



UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA DE MÉXICO



DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA SALUD, BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

Programa de ahorro energético en Planta Distribuidora de Químicos

PROYECTO TERMINAL QUE PARA OBTENER EL
TÍTULO DE INGENIERO EN TECNOLOGÍA
AMBIENTAL

P R E S E N T A:

David Fabián González López

Asesor interno: M en I. Marbella Amador Cruz.

Asesor externo: I.Q. Juan Adolfo Vázquez Villegas.



Índice

1. Resumen	3
2. Marco teórico	7
3. Metodología	9
4. Resultados, análisis y discusión	11
Fase planeación	11
Fase Hacer	15
Fase verificación	19
Fase actuar	20
5. Conclusiones	30
6. Referencias	31

Índice de tablas

Tabla 1. Actividades propuestas a realizar	13
Tabla 2. Distribución de consumo por tipo de energía en Alveg Distribución Química	16
Tabla 3. Ventajas del compresor tornillo vs. Compresor pistón	22
Tabla 4. Costos por sustitución de compresores.....	24
Tabla 5. Cantidad de puntos y luminarias sustituidas.....	25
Tabla 6. Niveles mínimos de iluminación que se requieren en las áreas de trabajo, Alveg Henry Ford.....	27

Índice de figuras

Figura 1. Evaluación de implementación del SGEEn.	11
Figura 2. Compatibilidad respecto a un SGEEn tipo ISO 50001:2011.....	12
Figura 3. Distribución de consumos eléctricos por tipo de equipos.....	17
Figura 4. Consumos de energía eléctrica vs. toneladas de producto manejado por mes.	18
Figura 5. Personal capacitado en temas de energía.....	19
Figura 6. Factor de Potencia por variación de energía eléctrica.	20
Figura 7. Pagos por mes derivado del factor de potencia presentado durante 2017.	21



1. Resumen

Dentro del sector industrial el tema energético aún sigue siendo un apartado importante y relevante, para el caso de la empresa donde se realizó este trabajo, se desconocían las etapas avanzadas de un análisis profundo y adecuado que permitiera que la gestión de la energía se tomara en cuenta como un indicador que además de regular el gasto económico que esta genera, permitiera tener un enfoque distinto desde el cual todas las energías que se identificaron en este trabajo, se puedan tener en consideración junto a sus impactos ambientales para futuras inversiones en la empresa, siempre respetando las condicionantes de seguridad y salud en el trabajo.

Dentro de este trabajo se pudo constatar que la implementación de mejoras desde el punto de vista energético, aunque resultan sencillas no siempre se tiene contemplado que estas mejoras se basen en brindar una mayor eficiencia y beneficio ambiental sobre las tecnologías más actuales pues causa una impresión negativa el alto costo que puede tener la alternativa más reciente o eficiente energéticamente hablando, pues aun no son tan accesibles para todas las empresas, lo que hace más complicado el poder concientizar a los altos mandos de las organizaciones para que se pueda tener en consideración la utilización de tecnologías eficientes y ambientalmente amigables.

Palabras clave: programa de ahorro energético, generación de GEI, consumo energético.



La empresa Distribuidora de Químicos “Alveg” dentro de su política, menciona que tiene contemplado el cuidado del medio ambiente como uno de los 4 pilares que debe cuidarse y atenderse, mismo que engloba de manera general algunos requisitos que deben cumplirse con respecto al aprovechamiento de las energías, sin embargo en la empresa se carece de aspectos puntuales en los procedimientos y políticas que reflejen con indicadores energéticos la relación que existe entre los consumos de energía y el producto, si bien en los reportes de la COA que hace la empresa anualmente se presenta la información energética, solo un área dentro de la organización, la de seguridad e higiene, se encarga de recopilar los datos sin mayor involucramiento de las otras áreas en cuanto a costos o desperdicios que se generan en toda la planta. Cabe mencionar que la empresa cuenta con un Sistema de Administración de Responsabilidad Integral al ser miembro de la ANIQ.

De esta manera la relación que se tiene entre los diferentes tipos de energía y los procesos en planta y oficinas administrativas no tienen una administración bien definida como tal, solo se concentran los datos sin que algún área se ocupe de optimizar los recursos y mucho menos de asegurar la mejora continua dentro de su utilización.

Si bien en una planta química los equipos utilizados tienen que considerar características de seguridad industrial, no se puede dejar de lado la sustentabilidad en este caso la empresa ya se encuentra en operación y debe adaptar sus procesos en busca de un equilibrio que permita producir al menor costo, mejorar la utilidad de los socios inversionistas y disminuir su impacto en el medio ambiente.

Al tener programas de eficiencia energética además de tener beneficios económicos y ambientales en la empresa también se apoya el cumplimiento del Plan de Desarrollo Nacional (PDN, 2018) que en su 4to eje, “México Prospero” enfatiza la imperante necesidad de recuperar, establecer accesos y alternativas de energía con el fin de estar dentro del cumplimiento de los parámetros de emisión de GEI y que en particular presenta este subsector de la industria química, ya que dentro de la Ley General de Cambio Climático en el Art. 26 Capítulo 1, título 4to, en materia del Registro Nacional de Emisiones, contempla que los establecimientos



deberán hacer inventario de sus emisiones y reportarlas en toneladas de CO₂ equivalentes (tCO₂e) con el objetivo fundamental de tener un indicador confiable que permita la reducción de las emisiones de acuerdo a los objetivos gubernamentales en un 30% para el 2020 y en un 50% para el 2050 y que en la línea del presente proyecto se pueda contribuir al objetivo nacional que como empresa privada tienen hacia la conservación de los recursos que se consumen.

5

Comparado con lo reportado por México en el año 2000, el 30% de reducción en emisiones para el año 2020 es un gran reto, además de considerar que en la industria en general se tienen rezagos importantes sobre la gestión de energías, las respectivas emisiones que estas generan y que pueden representar un obstáculo para alcanzar esta meta establecida por el gobierno, así mismo la incorporación en el Registro Nacional de Emisiones (RENE, por sus siglas en español), apoyados por sistemas de gestión energética, presenta beneficios específicos como son, cumplir con un requisito legal en materia ambiental realizando su inventario de emisiones el cual ayuda a determinar qué actividad contribuirá con la reducción de emisiones, así como mejorar la imagen al interior y exterior de la empresa, identificar procesos ineficientes alimentados por energía eléctrica, así como incrementar la competitividad de la empresa al reducir costes por producción, (RENE,2014) sin olvidar que el incremento del nivel de vida fuera y al interior de las empresas se impacta con este tipo de iniciativas ambientales, que se difunden y comprometen como parte de los pilares establecidos en la política de responsabilidad integral que la empresa tiene hacia el cuidado del ambiente y que cuando los trabajadores intervienen de manera directa al participar de este tipo de iniciativas obtienen mayor conciencia sobre el tema.

Respecto a la posibilidad de disminución de consumo de energía eléctrica, este trabajo permitiría dentro de la empresa la inclusión de estrategias que permitan la reducción de gases efecto invernadero por emisión indirecta para lo cual la Ley de Transición Energética indica en su artículo 3, como definición “Aprovechamiento sustentable de la energía: “El uso óptimo de la energía en todos los procesos y actividades para su



explotación, producción, transformación, distribución y consumo, incluyendo la Eficiencia Energética” (DOF 2017), que tal como lo establece la política de responsabilidad integral dentro de la Alveg Distribución Química pueden mejorar la competitividad y su acercamiento con la definición de la Ley, contemplando el crecimiento que se tiene planteado para el negocio, que incluya la parte económica, pues es imperativo comenzar a tener una convivencia importante con el medio que los rodea, siendo comunidad, interna y externa la que de manera irremediable se beneficiaran de los cambios, puesto que al reducir costos en producción se representa mayor utilidad, se puede incrementar la productividad, haciendo eficientes los equipos que consumen energía eléctrica, mostrando responsabilidad hacia su entorno y sobre todo haciendo más perdurable el negocio para todos los que laboran en la empresa.

6

Por lo antes mencionando en el presente trabajo se propone un programa de ahorro energético en la planta matriz de la empresa Alveg Distribución Química. Para cumplir con la propuesta del programa de ahorro energético se persiguirán los siguientes objetivos particulares:

- Elaborar un análisis de las energías utilizadas así dentro de los procesos de todas las áreas de la empresa Alveg Distribución Química.
- Establecer indicadores energéticos en relación al histórico de producción y consumo de energías.
- Cumplir la NOM-025-STPS-2012 en toda la instalación, con equipos de bajo consumo para la iluminación.
- Calcular los análisis de retorno de inversión para cada propuesta de cambio de tecnología energética.
-

Las metas a cumplir en el presente proyecto son:

- Reducir el 25% en el gasto en energía eléctrica en el edificio administrativo de la empresa Alveg Distribución Química.
- Sustituir el 100% el uso de lámparas de 40 watts de toda la instalación por una tecnología con menor consumo energético.
- Reducir en un 60% el gasto por Gas L.P en toda la planta Matriz.



2. Marco teórico

El tema energético es un punto que ha tomado relevancia importante debido al calentamiento global, puesto al ser un insumo casi invariable de la industria en general, el utilizar la energía eléctrica contribuye con la generación de GEI por emisión indirecta que además de los costos directos de la operación que requieren para su reducción, incrementan la temperatura global del planeta, situación en la que México, al firmar el protocolo de Kioto en 1998, se compromete a establecer metas y objetivos internos, que permitan reducir la cantidad de emisiones (Semarnat, 2012).

Dentro de las actividades realizadas, entre ellas, la fuerte concientización y fomento de las mejores prácticas de manufactura a todos los niveles de la organización, se debe considerar que si se toma el tiempo para planear y analizar de manera periódica los problemas al interior, las actividades propuestas o seleccionadas para mitigar el problema o encontrar la solución podrán ser mejoradas o implementadas con mayor éxito, podemos ver muchos ejemplos de soluciones que han surgido de estas situaciones donde las necesidades energéticas provocan una búsqueda de soluciones, si estas son basadas en una mejor gestión y administración, como ejemplo el caso del ciclo de mejora continua (PHAV o ciclo de Demming) que durante su mayor auge, debía el interés en esta búsqueda a las necesidades de los empresarios de ese tiempo en reducir los costos de producción por el incremento de los precios en el petróleo derivados de la guerra, (Murillo, 2015) y tratando de solucionar, el poder aprovechar al máximo los recursos humanos, económicos y naturales con los que se contaban al momento, si bien en este primer intento de implementación de sistemas de calidad, enfocándose exclusivamente a maximizar los recursos en búsqueda de mejor calidad, el sistema utilizado basado en el PHAV se convirtió en la base principal de cualquier sistema de gestión a partir de entonces (Cintrón, 2018), el repetir el ciclo y ser más estricto en cerrar las brechas detectadas por el sistema continuo derivó en proporcionar mejoras y reducción en tiempos, costos de producción y esfuerzo.



Si vemos el planteamiento de los sistemas de gestión energético existentes como lo es el ISO-50001, este al igual que la norma ISO-9000, en sus inicios estaban basados y fundamentados en una crisis profunda de necesidad de abastecimiento de energía, lo cual permitió que se desarrollen nuevas formas de ahorro en estos importantes insumos energéticos y se aprovecharan de diferentes maneras (SENER, 2016), si analizamos nuestra situación energética actual tenemos la certeza de que la energía que utilizamos dentro de nuestras actividades diarias, es finita en un 80% puesto que se origina de combustibles fósiles (SENER 2016) y que si bien el 20% restante de las energías son renovables o limpias, representa un avance muy lento en general en aprovechamiento de nuevas tecnologías, de los objetivos nacionales acorde a los acuerdos y los compromisos, como el acuerdo de París firmado por México, en donde se establece un plan de acción mundial que pone límite al calentamiento global por debajo de los 2° C.

8

Dentro del campo de gestión ambiental a nivel de empresas, se pueden identificar tres diferentes actividades que tienen un posible impacto sobre su competitividad y desempeño relacionados con el tema ambiental. Uno de estos es la gestión de la energía la cual contribuye a mejorar la eficiencia en el uso este importante insumo dentro de las empresas y que este tipo de acciones mejoran la eficiencia en el uso de recursos económicos, humanos, sociales y sobre todo ambientales, pues contribuyen con reducción de emisiones de GEI, por ejemplo, las medidas de uso de tecnologías limpias y de optimización de procesos generan retornos positivos a las empresas (reducción de costos, mejora de calidad de productos, etc.).

En este caso la optimización del uso de energía eléctrica y las diferentes medidas de tratamiento referidas al uso de tecnologías alternativas energéticas de menor impacto ambiental, se incluyen en la aplicación de sistemas de gestión de energía, en donde una parte importante de esta tiene que ver con el programar las actividades que se muestren como desviaciones puntuales dentro de los diagnósticos de cumplimiento, en este caso energético. (Alemany, 2011).



3. Metodología

La metodología se basó en el ciclo de mejora continua de Deming, el cual nos indica seguir cuatro fases importantes para poder obtener la mejora continua dentro de un proceso o actividad, determinando estas cuatro fases específicas en planeación, hacer, verificar y actuar.

La primera fase corresponde a **la planeación**, en esta parte se hizo una revisión para determinar cuáles energías se utilizaban dentro del proceso de producción y administrativo.

Después se consiguió la autorización de la alta dirección para la implementación del análisis y se procedió a identificar las áreas potenciales de uso de energías con la ayuda de recorridos y la posterior validación de la utilización de la energía en cuanto a una administración adecuada, para posteriormente poder establecer la manera de hacer el balance de estos consumos dentro de las instalaciones a fin de conocer a fondo las áreas de oportunidad, en este proceso se establecieron objetivos, recursos y posibilidades de integración de metas en las diferentes áreas, para la determinación de indicadores funcionales que ayuden a obtener objetivos particulares y generales con lo ya existente dentro del sistema de calidad basado en los requisitos de IATF16949 y el sistema administración de responsabilidad integral, el cual se utiliza para administrar las condiciones de salud seguridad y medio ambiente por medio de 6 practicas fundamentales dentro del sistema que son:

- **Seguridad de los Procesos:** con la facultad de evitar o reducir las posibles desviaciones durante los procesos que pueden ocasionar emergencias (incendios, fugas, derrames y explosiones)
- **Seguridad y Salud en el Trabajo:** donde su objetivo es evitar o reducir accidentes a través de acciones preventivas para detectar, controlar o eliminar actos inseguros del personal, condiciones inseguras en las instalaciones, así como establecer los programas de capacitación, exámenes médicos y procedimientos de control.



- **Seguridad de Productos:** considerando el manejo seguro de los productos desde su desarrollo hasta su disposición final en toda la cadena de suministro.
- **Transporte y Distribución:** con la intención de reducir o eliminar los riesgos de accidentes en el transporte y distribución de las sustancias químicas que se utilizan o se producen para no afectar poblaciones o el medio ambiente.
- **Prevención y Control de la Contaminación Ambiental:** este apartado busca eliminar o reducir las emisiones al aire, agua y suelo, así como la cantidad de residuos generados, manteniendo el medio ambiente sin afectación y usando más eficientemente los recursos.
- **Protección a la Comunidad:** Organizar las acciones de prevención, combate y control de una situación de emergencia, para evitar riesgos mayores al personal y a la comunidad que nos rodea apoyando en el desarrollo social de la misma.

Con los recorridos realizados en la fase de **Hacer**, se contestó una lista de verificación que la CONUEE proporciona en su página de internet, a fin de conocer cuál es la implicación que tendría la integración de las consideraciones en materia de gestión energética para la aplicación de un SGE_n y de esta manera indicar el alcance dentro de la organización de la implementación de un programa adecuado para su integración.

Para la fase de **verificación** se realizaron diferentes actividades, como revisión de líneas de aire y compresores, contabilización de luminarias y su segmentación, así como búsqueda de sustitutos en aparatos de iluminación, así como propuestas de sustitutos de un compresor más eficiente y sustitución del consumo de Gas L.P. en el área de regaderas de los trabajadores.

Durante esta última fase denominada **Actuar**, se realizó la medición de las condiciones de trabajo que se tienen actualmente haciendo un análisis de los estudios de iluminación, considerando los puntos que se encuentran fuera de norma, así como el gasto en consumo de Gas L.P., por la utilización de los servicios sanitarios de los trabajadores, de facturas por

energía eléctrica, por factor de potencia, consumo de energía por generación de aire comprimido y la propuesta de alternativas que sustituyan el consumo del Gas L.P.

4. Resultados, análisis y discusión

11

Los resultados obtenidos después de aplicar la metodología descrita con anterioridad es la siguiente:

Fase planeación

Dentro de la metodología se indica la identificación de la empresa en el formato de la CONUEE y donde se establecen los rasgos similares del sistema actualmente utilizado dentro de la empresa, en el tema de Calidad y Seguridad y Salud en el trabajo. Figura 1



Herramienta para evaluar la compatibilidad con un Sistema de Gestión de La Energía (SGEn) tipo ISO 50001: 2011

Por medio de un banco de preguntas se evaluará la compatibilidad de las actividades de la organización con respecto a los requisitos de la norma ISO 50001: 2011

Nombre de la organización:	Al veg Di stri buci ón Quí mi ca
Descripción de actividades de la organización:	Di stri buci ón al mayoreo de productos químicos peligrosos
Giro/sector al que pertenece:	325
Ubicación física:	Henry Ford #38 Industrial Tlaxcolpan Tlaxtepec Edo Mex
Responsable:	Davi d Fabi an Gonzál ez López

Figura 1. Evaluacion de implementación del SGEn.

Para la evaluación del SGEN se ha realizado un análisis de los procesos y procedimientos de la empresa, de acuerdo al formato dado por la CONUEE, en donde muestra el grado de implementación que tienen los sistemas actuales con la inclusión del tema energético, tal como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Compatibilidad respecto a un SGEN tipo ISO 50001:2011.

Además, el anterior el sistema mostró las siguientes recomendaciones referentes a las actividades a realizar para la posible implementación de un SGEN, las cuales se observan en la Tabla 1.



Tabla 1. Actividades propuestas a realizar

Actividades propuestas a realizar
* Programación de actividades para la implementación del SGEEn.
* Aprobar los lineamientos, políticas o requerimientos y decisiones con respecto a los recursos energéticos.
* Generar una estrategia energética documentada, con base en principios de política energética.
* Resguardar la evidencia de la aprobación por parte de la alta dirección.
* Designar a una persona/equipo dedicado a las actividades de identificación y desarrollo de proyectos de mejora en el aprovechamiento energético y señalar sus responsabilidades.
* Incluir en la planificación estratégica aspectos sobre uso, consumo y eficiencia energética de la organización.
* Generar criterios de selección y ejecución para el desarrollo de proyectos de aprovechamiento de la energía.
* Realizar un balance general de energía de procesos / servicios con los que cuenta la organización.
* Documentar los procesos para conocer dónde, cómo y cuánta energía se utiliza (Planificación energética).
* Establecer métodos y criterios para describir los usos y consumos de energía de la organización.
* Generar criterios para definir qué instalaciones y/o procesos o sistemas afectan de manera significativa el uso y consumo de la energía.
* Definir cómo se identificaron las variables que afectan el uso y consumo de energía.
* Estimar el consumo y uso futuro de la energía de la organización.



* Generar un registro y priorización de actividades / oportunidades para mejorar la eficiencia energética y consumo de la energía de la organización (mejora del desempeño energético).
* Establecer un periodo para realizar la identificación de cómo, dónde y cuánta energía se consume en la organización.
* Desarrollar expresiones de medida y relación de consumo con respecto a una actividad y/o algún modelo que represente el uso, consumo o eficiencia energética de la organización (Modelos de regresión).
* Generar una descripción cualitativa de los resultados a obtener y que estén ligados a un tiempo, consumo y/o eficiencia.
* Generar una descripción cuantitativa de los resultados a obtener y que estén ligados a un tiempo, consumo y/o eficiencia.
* Documentar actividades de mejora de resultados con una visión de administración de proyectos.
* Informar a los tomadores de decisión sobre las regulaciones existentes en materia de niveles de consumo, restricciones de uso y eficiencias requeridas.
* Escribir en un documento cómo se da cumplimiento a políticas y regulaciones (obligatorias y voluntarias).
* Identificar las necesidades de formación del personal que interviene o puede afectar los usos/consumos/eficiencia energética de la organización.
* Realizar campañas de sensibilización con respecto a los impactos que tiene el uso, consumo y eficiencia energética en la organización.
* Generar medios de comunicación o procesos donde se incluya a las políticas de la empresa como elemento.
* Analizar la conveniencia de la publicación hacia el exterior de la política y documentar una decisión.
* Crear una comunicación externa con respecto a los proyectos de aprovechamiento de energía y sus resultados.
* Generar los documentos que contengan los métodos y criterios para el aprovechamiento de la energía en la organización.
* Crear un procedimiento de administración de documentos relacionados con la energía.



* Contar con parámetros para el aprovechamiento energético en sus operaciones.
* Contar con criterios que toman en cuenta el aprovechamiento energético para sus planes de mantenimiento.
* Comunicar los criterios a los usuarios que pueden intervenir en el aprovechamiento de los energéticos de la organización.
* Considerar las oportunidades para aprovechar los recursos energéticos de la organización.
* Resguardar los resultados de los proyectos relacionados con la energía.
* Informar a los proveedores y evaluarlos en términos de su aprovechamiento energético.
* Generar políticas/lineamientos específicos para la adquisición de productos particulares.
* Identificar y documentar las especificaciones de compra para las fuentes de energía de la organización.
* Establecer los parámetros para una desviación significativa y resguardar la evidencia que asegura que la información es exacta y repetible.
* Generar los mecanismos para garantizar la calidad de los datos de energía (exacta y repetible).
* Establecer un proceso y tiempos de ejecución para realizar evaluaciones del cumplimiento de los proyectos de mejora de aprovechamiento energético.
* Generar un proceso/actividades para conocer las causas del no cumplimiento de la planificación generada y proyectada.
* Establecer periodos para la realización de auditorías internas al SGen.

Fuente: Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía (CONUEE).

Fase Hacer

Se realizó un inventario de las diferentes fuentes de consumo energético en la planta y en su área de oficinas, teniendo como principal problemática la falta de listados actualizados con el tipo de consumo de energía que se presenta dentro de la instalación, lo que ocupó revisar a detalle la



instalación para verificar la existencia de consumos y sus tipos de acuerdo a la Tabla 2.

Tabla 2. Distribución de consumo por tipo de energía en Alveg Distribución Química

2017	Consumo	Unidad	Facturación
Energía Eléctrica	2,606,525.61	KW	\$ 1,492,378.00
Gasolina en vehículos utilitarios	1,905,723.31	l	\$ 113,435.91
Consumo de Gas LP	275,323.02	K	\$ 15,261.81

Fuente: Alveg Distribución Química, 2018.

En la tabla 2, se observa que el 54% del consumo del total de energía, está dividido en 3 principales, eléctrica, hidrocarburos y Gas L.P., en esta empresa se presenta un porcentaje mayor en el consumo eléctrico por lo que se decide establecer con mayor certeza cómo se han distribuido los consumos eléctricos con base a los equipos que tiene la empresa (ver figura 4).

Para lo anterior se determinó los tipos y cantidad de equipos utilizados en la instalación, para que basados en los consumos totales facturados Kw/año se pudiera tener de manera estimada un consumo por tiempo de uso y capacidad del mismo, puesto que al no tener dividida la instalación y el trabajo ser intermitente en varias áreas, era muy difícil obtener mediciones puntuales y bien focalizadas por lo que basado en promedios de uso de equipos como agitadores, compresores y motores, se pudo evidenciar donde se tiene una mayor oportunidad de impacto en cuanto a la selección de nuevas tecnologías o en su caso de sistemas auxiliares o modificación de los mismos equipos que ayuden a elevar la eficiencia en el uso y distribución del consumo de energía, como se ve en la Figura 3:



Figura 3. Distribución de consumos eléctricos por tipo de equipos.

Con la información generada por las evaluaciones se pudo constatar el gasto de energía eléctrica equivalente a 4,926,312 MJ que se presenta en la instalación y por consiguiente poder determinar las áreas donde se tiene mayor oportunidad de aplicación de actividades, debido a la existencia de equipos sustitutos de bajo consumo o a la aplicación de técnicas como lo es las mejores prácticas de manufactura, para mejorar la eficiencia de los consumos agrupándolas en la siguiente lista en orden de impacto dentro de la instalación:

1. Iluminación.
2. Equipos de cómputo en oficinas.
3. Aire comprimido.

Además, se verificó de acuerdo con las facturas cual es el comportamiento de los consumos de acuerdo a lo que se factura mes con mes y lo que la planta produce generando los siguientes datos: ver Figura 4.

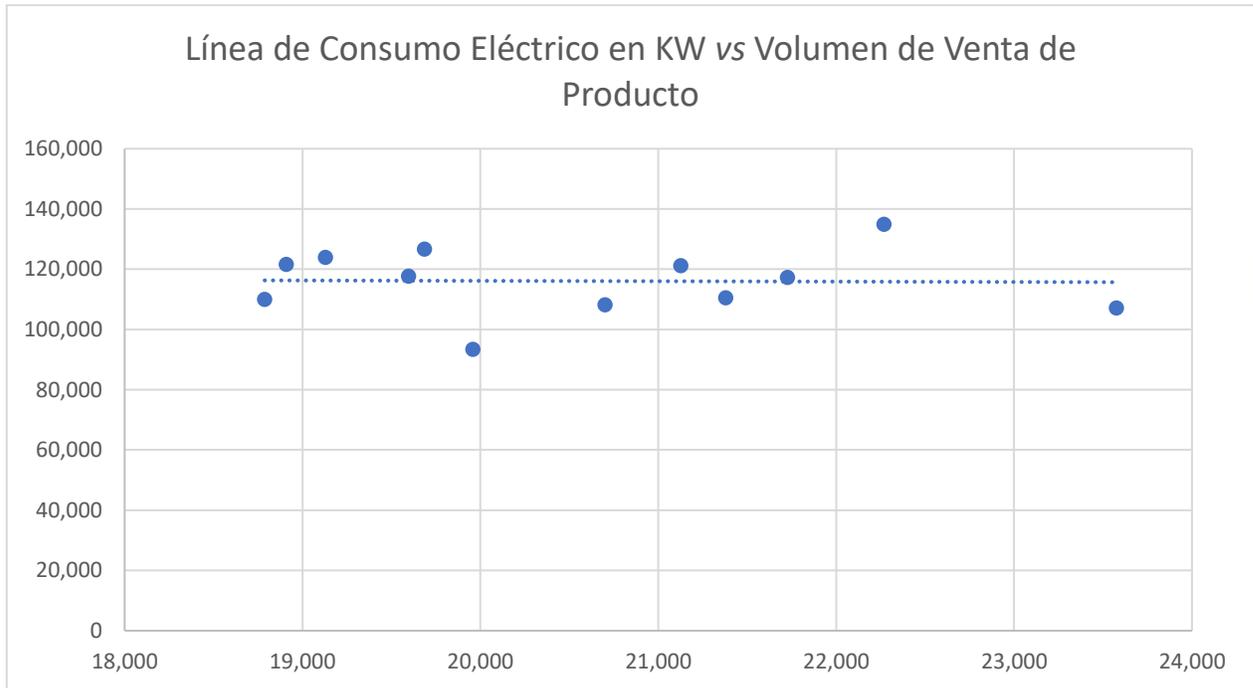


Figura 4. Consumos de energía eléctrica vs. toneladas de producto manejado por mes.

La gráfica permite observar la dispersión de los consumos eléctricos comparados con la producción, la cual mantiene una línea de tendencia y a diferencia de los consumos estos presentan saltos dentro de los cuales se observó una utilización variada en equipos de diferente potencia que no están reguladas dentro de la empresa, lo que provoca que se usen estos de manera discrecional por el trabajador.

Siguiendo con la fase HACER dentro de las actividades periféricas se dieron pláticas al personal de la empresa para iniciar una concientización y permanente difusión de los programas de ahorro de energía que se implementaran, teniendo un foro de cerca de 400 personas entre contratistas, empleados, sindicalizados y personal *outsourcing*, logrando que más del 80% de la población total de la empresa asistiera a las capacitaciones, por consiguiente el apoyo del personal se volvió una parte importante dentro de las actividades, participando y reportando fugas de aire, lámparas fundidas, lugares oscuros dentro de la instalación. Ver Figura 5.



Figura 5. Personal capacitado en temas de energía.

Fase verificación

En la fase de verificación se analizó la documentación de la facturación encontrándose en un principio sin una tendencia y comportamiento cercano a la producción, debido a las diferentes cargas que generan los equipos como las motobombas que existen en la empresa y que son de diferentes capacidades, las cuales están encendidas siempre, sin embargo son usadas intermitentemente, lo mismo sucede con los agitadores que aun cuando el tanque mezclador está vacío en proceso de lavado, se mantiene encendido sin función específica, por último cabe mencionar que los compresores son poco eficientes, ya que estos presentan tuberías que están ocultas por otras, tienen conexiones en T o en Codo que no están bien selladas y presentan fugas, es por este motivo que la tendencia de la gráfica en la figura 6, en la producción, es constante no así como la falta de una tendencia en los consumos de energía, por lo que se decidió verificar con mayor puntualidad la información, determinando tiempos de uso de equipos y generando mayor información estadística, por otro lado esto nos ayudó a determinar que otra variable que se presenta comúnmente es factor de potencia la cual en promedio se presenta en

85.44%, hay que remarcar que la empresa no está controlando la administración de los insumos energéticos, en particular la variación de energía.

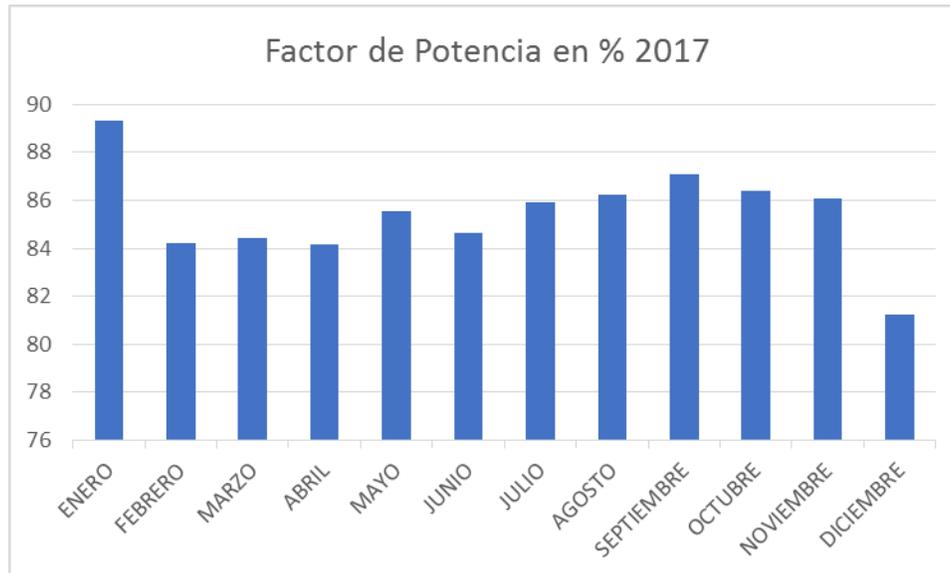


Figura 6. Factor de Potencia por variación de energía eléctrica.

El factor de potencia se pudo validar durante los recorridos y era común encontrar compresores encendidos sin una utilización específica, agitadores y mucho más común luminarias que aun siendo las 12 del día estaban encendidas por descuido de los responsables del área, de esta manera se comprobó que las líneas de aire que salen de los compresores de pistón no tenían revisiones periódicas previamente establecidas, de ningún periodo dentro del mantenimiento de la instalación por lo que las fugas de energía son constantes y no se consideraba un punto de atención pues el aire seguía saliendo aun cuando el compresor este haciéndolo de manera deficiente.

Fase actuar

De acuerdo con las actividades de revisión de energías y de equipos, platicas al personal, seccionamiento de áreas de trabajo, pruebas con equipos de iluminación y su respectiva medición, hace que la inclusión de un programa energético se vuelva una parte importante, dado que se ha demostrado que los consumos son inestables comparados con la



producción de la empresa como se observa en la figura 6, lo cual se demostró al tener en promedio un pago por factor de potencia al año de cerca de 104 mil pesos (Figura 7).

De esta manera para atacar la deficiencia en los compresores se contactaron empresas del ramo para recibir propuestas y evaluar la sustitución de los equipos actuales para obtener un mejor rendimiento, dentro de esto las principales características se muestran en la Tabla 3.

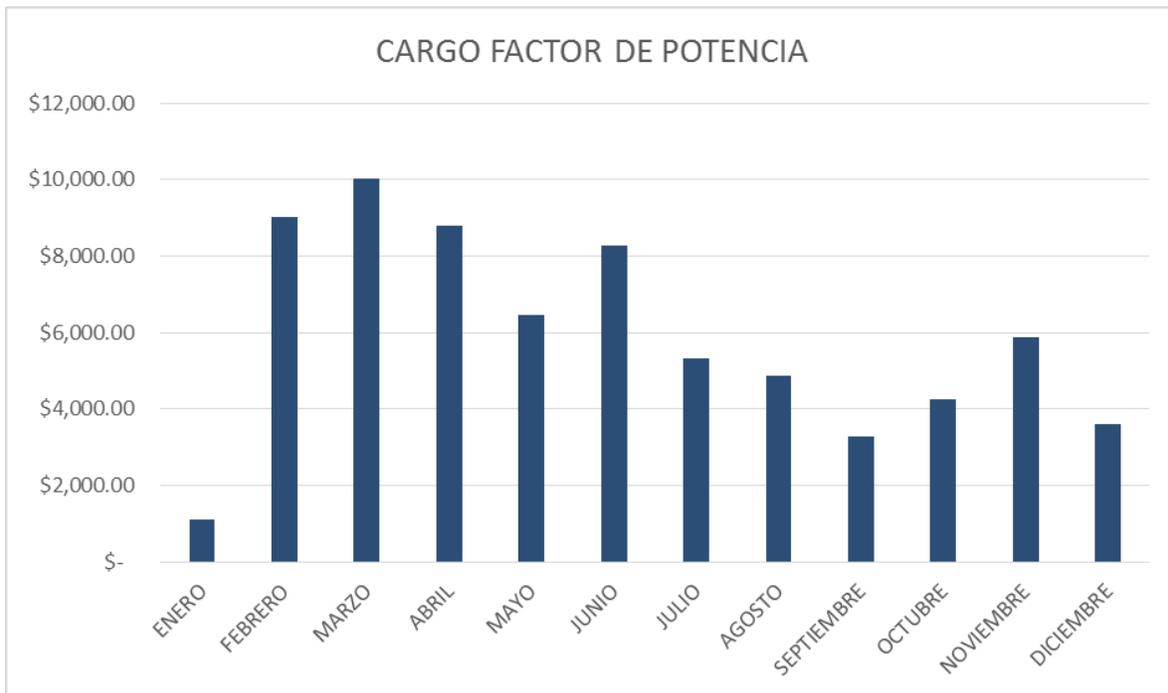


Figura 7. Pagos por mes derivado del factor de potencia presentado durante 2017.



Tabla 3. Ventajas del compresor tornillo vs. Compresor pistón

PRINCIPALES VENTAJAS DEL COMPRESOR DE TORNILLO VS. COMPRESOR DE PISTÓN
<p>Aire producido Pistón: 75% del aire aspirado --- Tornillo: 95% del aire aspirado La tecnología de los compresores rotativos rentabiliza el aire aspirado, ahorrando ese porcentaje en costo energético.</p>
<p>Aire producido Pistón: decreciente --- Tornillo: Igual al primer día El continuo rozamiento de los pistones produce un desgaste, el compresor de pistón consume siempre la misma energía eléctrica pero cada vez produce menos aire. Los compresores de tornillo, al carecer sus alabes de rozamiento no existe desgaste produciendo siempre el mismo aire.</p>
<p>Marcha en vacío Pistón: Arranque – paro --- Tornillo: Marcha en vacío En los compresores de tornillo podemos regular el tiempo de marcha en vacío, (funcionamiento del compresor sin que haya producción de aire): ahorra arranques del motor, por consiguiente, sus picos de consumo eléctrico, abaratando así el coste de luz.</p>
<p>Nivel sonoro Pistón: 85-90 dB(A) --- Tornillo: 62-70 dB(A) La ausencia de rozamiento en los alabes del grupo tornillo, el menor número de arranques, la carcasa insonorizante, menor vibración nos reduce considerablemente el nivel sonoro en los compresores de tornillo.</p>

Funcionamiento

Pistón: 50% en carga 50% parado --- Tornillo: Hasta el 100 % en carga

El compresor de pistón limita el tiempo de funcionamiento debido a su necesidad de descansar para refrigerarse, los compresores de pistón que no tienen un espacio corto de tiempo son muy susceptibles de anomalías producidas por la temperatura excesiva en el cabezal, especialmente las juntas o la placa de válvulas. El compresor de tornillo nos permite largos periodos de funcionamiento sin descanso ya que poseen un circuito de refrigeración de aceite.

23

Temperatura final del aire

Pistón: 75°C + temp. Ambiente --- Tornillo: 20°C + temp. ambiente

Los compresores de tornillo incorporan un refrigerador de aire que enfría el aire en la salida, ayuda considerablemente en la posterior condensación de agua.

Fuente: Kaeser compresores, 2018

Con esta información se concretó la autorización para la proyección de inversión para cambio de compresores por el equipo descrito en la Tabla 4:

Tabla 4. Costos por sustitución de compresores

DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO USD
VELOCIDAD VARIABLE	
<p>COMPRESOR MODELO GA-75 – VSD+ FF (PLUS)</p> <p>MOTOR DE 75 KW (100 H.P.) A 230 ó 460 VOLTS / 60 HZ / 3 FASES.</p> <p>INCLUYE SECADORA REFRIGERATIVA PARA PUNTO DE ROCÍO A PRESIÓN MÁXIMO DE +3 °C.</p> <p>ARRANQUE SUAVE DEPENDIENDO LA FRECUENCIA DEL MOTOR ENFRIADO POR AIRE.</p> <p>MÓDULO DE CONTROL ELÉCTRONICO MK-V GRÁFICO.</p> <p>VÁLVULAS DE DREN AUTOMÁTICAS</p> <p>NIVEL SONORO: 74 dB(A)</p> <p>INCLUYE FUSIBLES ULTRA RÁPIDOS.</p> <p>VOLUMEN A LA DESCARGA 9. BAR</p> <p>MÍNIMO = 58 L/S = 210 m³/hr = 124 pcm</p> <p>MÁXIMO = 235 L/S = 847 m³/ hr = 498 pcm</p> <p>NIVEL SONORO = 73 db (A).</p>	\$ 74,615.00
PARA TODOS LOS EQUIPOS ANTERIORES APLICAN LOS ACCESORIOS	
<p>PREFILTRO / POSTFILTRO DUAL MODELO UD-310+</p> <p>CONEXIÓN DE 2 ½ “inch FLUJO A MANEJAR: 657 pcm</p> <p>PARA ELIMINAR PARTÍCULAS DE HASTA 1 MICRA Y CONTENIDOS DE AGUA LÍQUIDA Y ACEITE RESIDUAL MÁXIMO DE 0.5 mg/m³ (0.5 ppm)</p>	\$ 2,737.00
<p>TANQUE VERTICAL DE ALMACENAMIENTO SAT-10016 (1600 LTS.)</p> <p>PRESIÓN DE DISEÑO: 10.5 kg/cm².</p> <p>PARA TRABAJO DEL AIRE COMPRIMIDO MÁXIMO DE 125 PSIG.</p>	\$ 3,415.00
<p>DREN ELECTRÓNICA DE CONDENSADOS MODELO EWD-330</p> <p>A 115 VOLTS (PARA EL TANQUES) OPCIONAL. TANQUE 4000 LTS.</p>	\$ 910.00
<p>SEPARADOR CONDENSADOS ACEITE-AGUA</p> <p>MODELO OSC 355 (PARA GA-75)</p>	\$ 2,709.00
TOTAL INVERSIÓN	USD \$84,386



Para la iluminación dentro de la instalación se encontraron aproximadamente 135 puntos dentro de la instalación donde se hacen actividades y que de acuerdo a lo descrito en la sección 5.2. *Contar con los niveles de iluminación en las áreas de trabajo o en las tareas visuales de acuerdo con la Tabla 1 del Capítulo 7 de la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de iluminación en los centros de trabajo”, resumen que se encuentra adaptado a las actividades de la empresa dentro del reconocimiento realizado en la tabla 3, de 350 que fueron evaluados de acuerdo al apéndice A evaluación de los niveles de iluminación, de la misma norma y que no cubren el mínimo requerido, todo esto tomado del último estudio de los niveles de iluminación que de acuerdo a esta norma se había realizado. Ver Tabla 5.*

Tabla 5. Cantidad de puntos y luminarias sustituidas

Puntos cubiertos de la norma*	Piezas sustituidas	Actual	Recomendado	Ahorro watts por pieza	Ahorro W/H durante prueba
6	20	Foco Fluorescente 42 watts 110 Volts 6500 K Base E27 2800 Lumens	Foco de LED 23 Watts 100-240 Volts 6000 K base E27 3000 Lumens	19	380
6	20	Foco ahorrador espiral HEL-13W/65 T2 Tecno Lite	Foco de LED 8 Watts 100-240 Volts 6500°K Base E27 780 lumens	5	100
4	24	Tubo fluorescente TL5 essential 14W/840	Tubo LED 9 Watts 100-240 Volts 6500°K T5	5	120
4	24	Tubo Fluorescente F32T8/ TL840 phillips	Tubo LED 18 Watts 100-240 Volts 6500°K T8	14	336
4	24	Tubo Fluorescente FP28/ 841 Eco 4100°K	Tubo LED 18 Watts 100-240 Volts 6500°K T5	14	336

*en la tabla 5, se entiende por norma a la NOM-025-STPS-2008.



Por lo que se determinó cambiar algunas luminarias (Tabla 5) tipo fluorescente para realizar pruebas con equipos de iluminación nuevos con tecnología LED la cual reduce el consumo eléctrico en iluminación del casi en un 60%, en 25 puntos de los 135 que no cubrían la normatividad, durante las pruebas que en este caso se seleccionaron se propusieron luminarias con mejor alcance en los luxes, en áreas de oficina y planta, ofreciendo buenos resultados en cuanto a la necesidad, sin embargo la calidad de los equipos de LED han dado problemas en cuanto a su duración debido a que de las 25 colocadas, en 6 se presentaron problemas por lo que el cambio masivo no ha sido autorizada hasta tener la garantía de tiempo que indica el fabricante (argos eléctrica) el cual los garantiza hasta por 3 años.

Durante la prueba con luminarias LED se inició una medición de luxes de acuerdo al apartado A.2.4 de la NOM-025-STPS-2008, para garantizar el cumplimiento de la norma en cuanto a las actividades basados en la tabla 5, con un equipo Medidor de Luz con rango de medición 2000 fc y precisión 5%, para evaluar si con estos cambios se podía cubrir las necesidades de iluminación de acuerdo a la tabla 6.

Tabla 6. Niveles mínimos de iluminación que se requieren en las áreas de trabajo, Alveg Henry Ford.

ÁREAS DE TRABAJO	TAREAS VISUALES REALIZADA EN LAS ÁREAS DE TRABAJO	NIVEL MÍNIMO DE ILUMINACIÓN (LUXES) REQUERIDO DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA NOM-025-STPS-2008
Almacenes 1, 2 y almacén de mezcla automotriz.	Pasillo de tránsito de personal y montacargas.	100
	Escritorios de trabajo, actividades administrativas.	300
	Actividades donde realicen algún trasvase de productos.	200
Mezcla Automotriz Mezcla industrial.	Pasillos de tránsito de personal.	100
	Áreas de mezcla, formulación y llenado de tambores.	200
	Pasillos de supervisión de las válvulas de los tanques con sustancias químicas.	100
	Oficinas de actividades administrativas (escritorios).	300
	Pasillo de la Plataformas de embarque.	100
Planta alta mezcla automotriz.	Áreas de formulación y supervisión de los tanques de sustancias químicas.	200
Plasticantes (reactores)	Pasillos de tránsito del personal.	100
	Área de alimentación de los reactores (planta alta).	200
	Área de salida del producto del reactor (planta baja).	200
	Supervisión y operación de los tableros de control.	200
	Oficinas o áreas de actividades administrativas (escritorios).	300
	Escaleras	50
Mantenimiento	Mesas de trabajo, actividades de manejo de herramientas y equipos.	200
	Pasillos de tránsito de personal.	100
	Oficinas	300
Laboratorio	Mesas de trabajo de equipos e instrumentos de laboratorio.	500
Calderas	Cuartos de calderas.	100
Patio General	Pasillos de tránsito de personal, y camiones.	20
Islas	Bahías (Válvulas de carga y descarga de tanques).	200
	Pasillos entre los tanques de sustancias químicas.	20*
Gasolinera	Pasillos de tránsito de personal.	100
	Áreas de mezcla, formulación y llenado de tambores.	200
14 bombas	Pasillo de tránsito.	100
	Área de supervisión de los manómetros de las bombas.	200



De las evaluaciones realizadas se obtuvieron los siguientes resultados:

1. La inclusión de un programa dentro del sistema de gestión actual de la empresa se considera como tema a discutir por parte de la alta dirección, para la junta semestral de revisión por parte de los inversionistas.
2. Las luminarias de la instalación si tienen sustitutos LED de bajo consumo, con las características de seguridad a prueba de explosión.
3. La sustitución de las luminarias T5 del edificio administrativo se pueden sustituir sin alterar la emisión de luxes mínimos, ni máximo de reflexión.
4. La detección de fugas de aire y deficiencias en el uso de aire comprimido en los compresores permitirá la inclusión de una mejor tecnología y pasar de 8 equipos de pistón a 2 compresores de tornillo reduciendo el gasto energético hasta en 50% en este apartado.
5. Para el cambio de boiler convencional de agua en regaderas y su respectiva instalación de gas L.P., no se pudo cubrir el objetivo de sustituirlo debido a un proyecto mayor que la empresa tiene referido y que consiste en una remodelación del lugar actual.

De esta forma se han establecido líneas base de acción que permitirán a la empresa obtener ahorros mediante la eliminación del pago por factor de potencia, la optimización con el cambio de compresores de pistón por 2 de tornillo y concientizar mediante la capacitación permanente del personal como consumir energía de forma sustentable y responsable, asegurando el trabajo que permita seguir produciendo productos a un mejor costo y a un menor impacto ambiental.

De acuerdo a los resultados, la realización de actividades relacionadas con la energía permitió acercar a la dirección y al personal de la empresa a tener un panorama más amplio respecto al nivel de desperdicio que se da en el interior de la empresa, por el carecimiento de indicadores en este aspecto dentro de la organización, de la misma manera la detección de las energías utilizadas descubrió los usos inadecuados en diferentes áreas y



equipos que ponen a la vista desperfectos ocultos y omisiones sobre las cuales la empresa no había intervenido.

Si bien las actividades no se han terminado de realizar, si se establece que con la inclusión de este tipo de actividades que no precisamente son un sistema de gestión, si se puede concluir que la evaluación por si misma ha abierto un panorama distinto dentro de la empresa, al notar un área de oportunidad importante que estaba consumiendo recursos y que no se estaba atendiendo.



5. Conclusiones

Hasta el momento se ha propuesto un programa de ahorro energético en la planta matriz de la empresa Alveg Distribución Química mediante las siguientes acciones:

- La evaluación de retorno de la inversión (400 mil) para compresores y luminarias está calculada en 2 años.
- El 25% de ahorro en pagos por facturación eléctrica se puede alcanzar con el cambio de luminarias en el área administrativa.
- El cambio de luminarias LED con el análisis de iluminación de la NOM-025-STPS-2008 permitirá cumplir con la norma en las 135 zonas donde no se cubría el mínimo requerido.
- La inclusión de los colaboradores en las pláticas de ahorro energético permitió escuchar e involucrar a más personas en la atención de lámparas encendidas sin necesidad, reporte de fugas y mejoras en el uso de equipos con fallas.

6. Referencias

-
- Aleman, C. (2011). Eficiencia en el uso de los recursos en América Latina. PNUMA, Red Mercosur.
- BBVA, (2011). Migración y cambio Climático- el caso mexicano, México. Recuperado de: https://www.bbvaesearch.com/KETD/fbin/mult/WP_1127_Mexico_tcm346-267325.pdf
- Bulltek LLC, (2018). Cintrón, V, Ágil Historia de la Calidad, Serie Internacional ISO 9000 y variantes. , Recuperado de: http://www.bulltek.com/Spanish_Site/ISO%209000%20INTRODUCCION/ISO%209000_FAQ_Spanish/ISO_Historia/iso_historia.html
- DOF, (2015). Acuerdo por el que se da a conocer el instructivo y formato de la Cédula de Operación Anual. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5404075&fecha=14/08/2015
- DOF, (2015). Ley de Transición Energética, (LTE). Recuperado de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5421295&fecha=24/12/2015
- DOF, (2004). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.
- FIDE. (2013). ¿Qué es el FIDE? México, D.F.: Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica. Recuperado de: http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=108&Itemid=180
- Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, (INEEL), (2017). Programa De eficiencia energética del INEEL. Recuperado de: <https://www.ineel.mx/detalle-de-la-nota.html?id=1060>
- Jaramillo Díaz, H. (1999). GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA. *Estudios Gerenciales*, (73): 50-60. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21207305>
- KAESER compresor México. Compresor de tornillo y pistón. Recuperado de: <http://mx.kaeser.com/>



- SHCP, (2015). Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis del costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión. Recuperado de: <https://www.gob.mx/shcp/documentos/lineamientos-para-elaboracion-y-presentacion-de-los-analisis-costoy-beneficio-de-los-programas-y-proyectos-de-inversion>
- Secretaría de energía, (SENER), (2016). Manual para la implementación de sistemas de gestión de la energía. México D.F.: Conuee/GIZ. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/119159/Manual_S_GEn_Conuee_2da_Edicion.compressed.pdf
- Secretaría de energía, (SENER), (2016). Boletín de prensa 090. En 2015 México alcanzó un 28.31% de capacidad instalada para generar electricidad mediante energías limpias. Recuperado de: <https://www.gob.mx/sener/prensa/en-2015-mexico-alcanzo-un-28-31-de-capacidad-instalada-para-generar-electricidad-mediante-energias-limpias>
- Tabla, Guillermo. (1998). Guía para implantar la norma ISO 9000 para empresas de todos tipos y tamaños. México: Mc Graw - Hill.
- Tesina de licenciatura: Chávez Silvia, Islas Marlene, Sánchez P, Mendoza Héctor, Quirós Irvin, (2016). *Modelo para la planeación estratégica para el uso eficiente de la energía eléctrica, así como la minimización y manejo adecuado de residuos sólidos urbanos y de manejo especial dentro de un laboratorio de análisis clínicos*. (Tesina de licenciatura). UPIICSA, IPN. Ciudad de México. Recuperado de: <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/20412/pdf%20disco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tesis de licenciatura: Talla Chicoma, E., (2015) *Ahorro de energía eléctrica en una industria cervecera como estrategia de excelencia operativa*, (Tesis de licenciatura). Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima Perú. Recuperado de: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4030/Talla_ce.pdf?sequence=1&isAllowed=y