

LÍNEA DE BASE ENERGÉTICA: ESTUDIO EN HOSPITAL PÚBLICO

Recibido: 16 de septiembre del 2019
Autorizado: 26/09/2019

B.I. Lara Izaguirre¹
D.C. Acosta Pintor²
C. Ramírez Aguilar³
E. Vidal Becerra⁴

RESUMEN

El presente trabajo aborda la metodología para el establecimiento de las Líneas de Base Energéticas en el Estudio energético en un Hospital Público Nivel II en Ciudad Valles, S.L.P, como una propuesta para la eficiencia energética del mismo. Para este proceso se tomaron como referencia la Norma ISO 50001:2018 y Norma ISO 50006:2014, se identificaron y caracterizaron los consumos energéticos de los años 2017 y 2018. Se estableció que la energía eléctrica es de uso significativo, clasificándose en sistemas de climatización, iluminación y equipo médico. En la determinación de la Línea de Base energética se establecieron indicadores en kWh/día y kWh/paciente. Se evaluó la relación del consumo eléctrico con la temperatura ambiente promedio de los mismos años, para ello se realizaron diagramas de dispersión y ecuación de regresión simple, auxiliados de la Línea Meta, que proporcionó el modelo de consumo proyectado que se puede alcanzar. En este estudio se estimó que se podría lograr un ahorro del 29.47% en el consumo eléctrico

PALABRAS CLAVE

Línea de Base Energética, Indicadores de Desempeño Energético, Línea Meta, Eficiencia Energética, Norma ISO 50001:2018, Norma ISO 50006:2014

ABSTRACT

This paper addresses the methodology for the establishment of the Energy Baselines in the Energy Study in a Public Hospital Level I and II in Ciudad Valles, S.L.P, as a proposal for its energy efficiency. For this process, the ISO 50001: 2018 and ISO 50006: 2014 Standard were taken as a reference, the energy consumptions of the years 2017 and 2018 were identified and characterized. It was established that the electrical energy is of significant use, classified in air conditioning systems, lighting and medical equipment. In determining the Energy Baseline, indicators were established in kWh / day and kWh / patient. The relationship between electricity consumption and the average ambient temperature of the same years was evaluated, for this purpose, scatter diagrams and simple regression equation were carried out, aided by the Target Line, which provided the projected consumption model that can be achieved. In this study it was estimated that a saving of 29.47% in electricity consumption could be achieved

KEY WORDS: Energy Baseline, Energy Performance Indicators, Target Line, Energy Efficiency, ISO 50001: 2018, ISO 50006: 2014

¹ Estudiante tesista Maestría en Ingeniería. Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Ciudad Valles. brenda.lara@tecvalles.mx

² Profesora de tiempo completo del programa Maestría en Ingeniería del Tecnológico Nacional de México, plantel Instituto Tecnológico de Ciudad Valles. dulce.acosta@tecvalles.mx

³ Profesor de Ciencias Básicas del Tecnológico Nacional de México, plantel Instituto Tecnológico de Ciudad Valles. celso.ramirez@tecvalles.mx

⁴ Profesora de tiempo completo del programa Maestría en Ingeniería del Tecnológico Nacional de México, plantel Instituto Tecnológico de Ciudad Valles. elia.vidal@tecvalles.mx

INTRODUCCIÓN

El consumo de energía per cápita en México en el año 2017 fue 0.2% mayor que el de 2016. Cada habitante en el territorio nacional consumió, en promedio, 74.89 Gigajoules durante todo el año. Durante el año 2017 la producción de energía primaria disminuyó 8.9% respecto al año 2016 y totalizó 7,027.22 PJ. La reducción de la producción de petróleo es el principal elemento que define el comportamiento de la producción de energía a nivel nacional. Los hidrocarburos aportaron el 84.54% a la producción de energía primaria, 11.3% menor respecto a lo observado en 2016. La producción de fuentes no fósiles de energía primaria aumentó su participación, pasando de 9.9% a 11.1% de 2016 a 2017 (SENER, 2018). La electricidad fue la principal fuente de energía con una participación del 49.8% en el sector comercial. El gas L.P. fue el segundo energético que más se utilizó con 39.4%. El Informe de la SENER (2018) menciona que en el año 2017 se consumieron 944.09 PJ en el sector residencial, comercial y público, este sector incluye a escuelas y hospitales. Durante la producción de energía eléctrica se emite CO₂ como consecuencia de la quema de combustibles fósiles. El CO₂ es uno de los gases de efecto invernadero (GEI), los cuales son responsables del cambio climático. Implementar estrategias de Eficiencia energética trae como consecuencia las reducciones en emisiones de estos gases.

México publicó en el año de 2012 la Ley General de Cambio Climático (Cámara de diputados del H. congreso de la unión, 2012) en la cual menciona a la Eficiencia energética como punto primordial para la contribución en la mitigación del cambio (Ing & Jaén, 2003) climático, además está comprometido en el Acuerdo de París (Carnilo, Pérez, & Moneo, 2016) en reducir las emisiones de GEI y contaminantes de vida corta en un 25% para el año 2030. Lograr la eficiencia energética también trae beneficios económicos y competitivos (Brit et al., 2017). En el Sector Salud la SENER realizó estudios de eficiencia energética en hospitales públicos y privados, en los cuales consideró los niveles de atención en diferentes zonas del país. En estos estudios analizó los usos y consumos de energía utilizados en los procesos de atención. La SENER obtuvo de su análisis siete medidas para lograr la eficiencia energética en la muestra estudiada: cambios en la tecnología en el sistema de iluminación, utilización de energía fotovoltaica, solar térmica, corrector del factor de potencia, variadores de frecuencia, implementación de un sistema de gestión de energía y perlizadores para el sistema de agua (SENER, 2015). El presente trabajo aborda la metodología para el establecimiento de la Línea de Base Energética (LBEn) en el estudio energético realizado en un hospital nivel II en el municipio de Ciudad Valles, S.L.P., tomando como referencias las normas ISO 50001:2018 y 50006:2014 con la finalidad de proponer estrategias para hacer más eficiente el consumo de energía. Para ello fue necesario identificar los usos y consumos de energía, se propusieron Indicadores de Desempeño Energético (IDEn) para cuantificar los resultados relacionados con la eficiencia energética en el uso de las instalaciones, sistemas, procesos y/o equipos del Hospital. La Línea de Base Energética (LBEn) fue calculada para realizar proyecciones de ahorro energético utilizando la herramienta estadística de ecuación de regresión lineal simple, apoyado con la hoja de cálculo de Excel 2016.

METODOLOGÍA

La metodología para establecer la Línea de Base Energética se realizó a través de las

siguientes fases:

1.-Recopilación de datos de consumos energéticos.

Se identificaron los tipos de energía utilizados en el hospital, los cuales fueron gas LP y energía eléctrica. La responsable de conservación de materiales proporcionó la información de los usos y consumos de energía.

2.-Identificación de variables que afectan el consumo energético, caracterización y usos significativos de la energía.

Se realizó el inventario de equipo médico consumidor de energía, levantamiento de luminarias y sistema de climatización, con el propósito de conocer el consumo de energía eléctrica de estos elementos. Los energéticos son facturados en unidades diferentes, la energía eléctrica se mide en kilo Watt hora (kWh), el Gas LP es vendido en litros, por lo que fue necesario trabajar sobre la misma base de unidad de medida, se hizo la conversión de litro de gas a kWh, utilizando la equivalencia de 7.09 kWh por litro de Gas LP. Con esta información se realizó una gráfica de barras, en donde se identificó mayor consumo de energía eléctrica que de Gas LP (AChEE, 2015). Las fuentes de energía identificadas fueron el Gas LP que es utilizado en la cocina para la preparación de alimentos y en las regaderas para el uso de agua caliente. Se identificaron los usos de la energía eléctrica y se clasificaron en tres sistemas: equipo médico, climatización e iluminación. Se obtuvo la carga que consume el equipo médico de los datos de placa de cada equipo, en este caso, el total de kW de este Sistema fue de 131.43kW. Para el sistema de climatización se procedió a revisar la placa del equipo y en algunos se realizó medición directa con multímetro, estas mediciones dieron como resultado un total de 142.74 kW, para obtener la carga instalada de las luminarias se realizaron recorridos en las diferentes áreas del hospital, se identificó en cada una de las lámparas su carga revisando el dato en cada una de ellas, para este sistema se obtuvo un total de 22.39 kW. El Total de la carga instalada de estos tres sistemas es de 296.56kW Se consideró, además del número de pacientes atendidos como variable significativa que afecta el consumo eléctrico a la temperatura ambiental, debido a que el Hospital se encuentra en una zona con altas temperaturas, lo que hace que se haga uso continuo de equipos de aire acondicionado. El dato de las temperaturas promedio de los años 2017 y 2018 se obtuvieron de un sitio web(Weather Spark, 2019).

3.-Determinación de la Línea de Base Energética e Indicadores de desempeño.

Para el establecimiento de la LBEn se utilizaron herramientas estadísticas, en este estudio se calculó la ecuación de regresión simple, esta función representa la relación que existe entre dos variables y proporciona un modelo matemático para estimar el comportamiento de la variable de respuesta, esta predicción dependerá de la fuerza de relación entre la variables, se explica de manera breve el procedimiento, sin embargo, para el presente estudio se utilizó Excel 2016 para el análisis de regresión lineal simple y gráficas de dispersión.

En este estudio se analizaron dos variables cuantitativas, una de ellas llamada variable dependiente o de respuesta (y) cuyo comportamiento se debe o se explica por otra variable llamada independiente (x), a ésta última se le denomina también variable explicativa o variable regresora (Alicia & Sifuentes, 2008). En el presente estudio la variable dependiente o de respuesta fueron los kWh, las variables independientes que se consideraron para este modelo fueron días facturados de consumo eléctrico y pacientes atendidos en el período 2017-2018.

Para ello, fue utilizado el modelo de regresión lineal simple ajustado, que se obtiene con base en los datos de una muestra:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x$$

Donde:

\hat{y} : es el valor estimado de y para un determinado valor de x .

b_0 : es el estimador de la ordenada en el origen

b_1 : es el estimador de la pendiente de la recta.

Para estimar los parámetros del modelo se utiliza el método de los mínimos cuadrados, que es un procedimiento que permite encontrar los estimadores de los parámetros del modelo, que minimiza la suma de los cuadrados de las desviaciones entre los valores de la variable de respuesta (valores de la muestra) y los valores estimados de la variable de respuesta, obtenidos en la ecuación estimada de regresión (Alicia & Sifuentes, 2008).

Entre los valores estimados y los observados de la variable dependiente, las fórmulas de cálculo para determinar los valores de b_0 y b_1 de la ecuación de regresión lineal que satisface el criterio de mínimos cuadrados son:

$$b_0 = \bar{y} - b_1\bar{x} \qquad b_1 = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

Finalmente, el coeficiente de determinación (r^2), indica la proporción de la varianza de y , que queda explicada por la acción de la variable x . Para datos muestrales, puede obtenerse el valor estimado del Coeficiente de Determinación mediante la fórmula correspondiente:

$$r^2 = 1 - \frac{S^2y \cdot x}{S^2y}$$

Donde:

$r^2 \rightarrow 0$ el modelo no representa adecuadamente a los datos, las variaciones de la variable de respuesta no son explicadas por el modelo de regresión estimado.

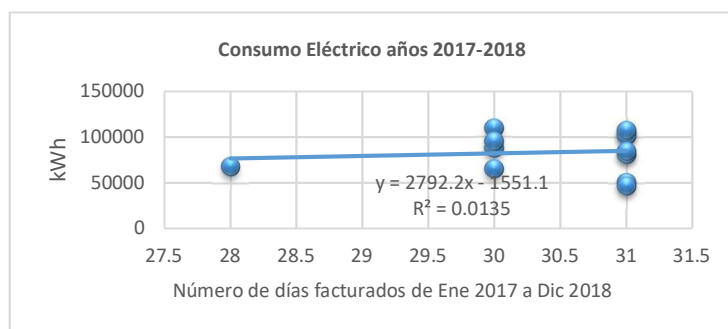
$r^2 \rightarrow 1$ el modelo representa adecuadamente a los datos, es decir casi todas las variaciones de la variable de respuesta son explicadas por el modelo de regresión estimado.

En muchos casos, una relación lineal simple es adecuada para determinar la relación entre las variables, algunas pueden mostrar relaciones no lineales. Es importante graficar una variable contra el consumo de energía usando un simple diagrama X-Y. Si la variable es relevante, se puede observar en el diagrama la evidencia de una relación en la dispersión de puntos. Si los puntos parecen estar dispersos alrededor de una función matemática, se muestran como línea de tendencia, esto es indicativo de la presencia de variables relevantes. Si los puntos aparecen como una nube aleatoria sin relación evidente, es probable que la variable no sea relevante (Standard, 2014)

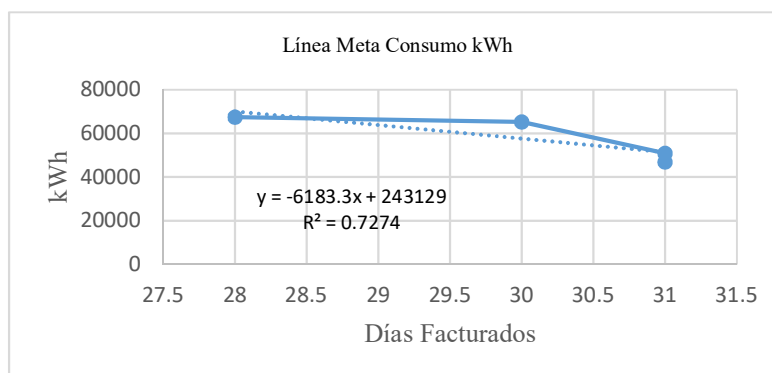
Después de realizar el análisis con la ecuación de regresión simple y la gráfica de dispersión se identificaron los puntos de mejor desempeño con ello se obtuvo la Línea meta (Albuja Espinosa Luis Alberto, 2017) ,que es el modelo de consumo que se puede alcanzar, para la determinación de la misma se procedió de la siguiente manera:

De la línea de base se obtuvieron los puntos de mejor desempeño, es decir, los meses de menor facturación, esto se observa en la gráfica de dispersión (Gráfica 1), en el análisis de días facturados con el consumo, se consideraron los puntos (28, 67452), (30, 65261), (31, 50939) y (31, 48865) y con ello se calcula una nueva ecuación de regresión para proyectar una estimación de menor consumo eléctrico. En la gráfica 2 se observa esta nueva ecuación.

Gráfica 1. Diagrama de Dispersión y Ecuación de Regresión. kWh/días facturados.
Fuente propia



Gráfica 2. Diagrama de Dispersión y Ecuación de Regresión. Para la Línea Meta.



RESULTADOS

1. Recopilación de datos de Consumos Energéticos y Pacientes atendidos

Se analizaron las facturas de consumo eléctrico, resultando que en 2017 el hospital consumió 1 050 742 KW y en 2018 un total de 950 348KW. En cuanto al Gas LP la clínica utilizó en el año 2017, 35 026.60 litros y para 2018, 36 022 litros. El hospital atendió en sus modalidades de consulta externa, urgencias y hospitalización en 2017, 90 191 pacientes y en 2018, 950 348 pacientes.

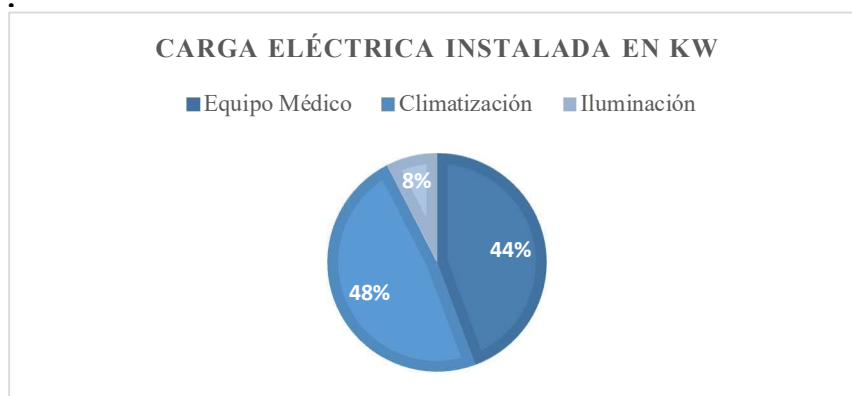
2.- Usos significativos de la Energía

Se puede observar en la tabla 1 que el consumo de energía eléctrica resulta ser más significativo que el Gas LP. Se considera la carga instalada de 296.56 kiloWatts, la cual está representada como se ilustra en la Gráfica 3, el consumo de energía eléctrica del equipo médico con 131.43 kiloWatts, el sistema de climatización que incluye aire central y mini splits con 142.74 kiloWatts y el sistema de iluminación, en el cual se consideran lámparas de todas las áreas del hospital, éstas suman 22.39 kiloWatts.

Tabla 1. Comparación de Consumo de Gas LP y Energía

Consumos en kWh. Promedios 2017-2018	
Gas LP/kWh	Energía Eléctrica/kWh
251,867.29	1,000,545.00

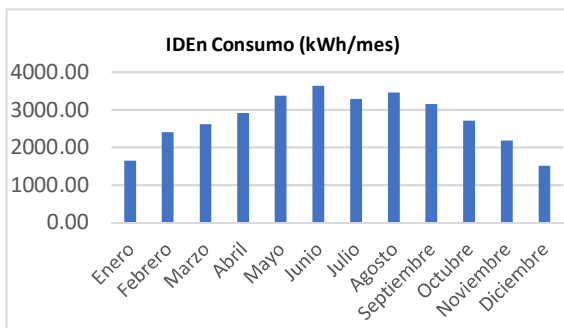
Gráfica 3. Porcentajes de Usos Significativos de Energía Eléctrica. Fuente



3.- Determinación de la Línea de Base Energética e Indicadores de desempeño

Se obtuvo que la variable días facturados no es muy significativa para el consumo eléctrico, esto con base al coeficiente de correlación r^2 que en este caso es de 0.0135, para que existiera relevancia en la relación tendría que ser 0.7 o alcanzar el 1, que es el máximo valor que puede tomar r^2 . Se toman los puntos de mejor desempeño, es decir, los correspondientes a los meses de menor facturación eléctrica de la Línea base para obtener una nueva regresión, para este cálculo se consideraron los puntos: (28, 67452), (30, 65261), (31, 50939) y (31, 48865), gráfica 1, el nuevo modelo representa la línea meta, que se refiere la que representa el mejor desempeño, es decir, la eficiencia a la que se puede llegar. El coeficiente R^2 es de 0.7274 el cual indica que la relación entre Consumo y días facturados es válida. Estos cálculos son solo estimaciones, sin embargo, revisando particularmente algunos sistemas que conforman el total de consumo eléctrico, se podrá evaluar si es posible disminuirlo, por lo que se tendrían que revisar las condiciones de operación en los procesos, programas de mantenimiento, por mencionar algunos.

Gráfica 4. IDEn Consumo Eléctrico por Mes/ facturado. Fuente propia.



La Línea Meta tiene por ecuación:

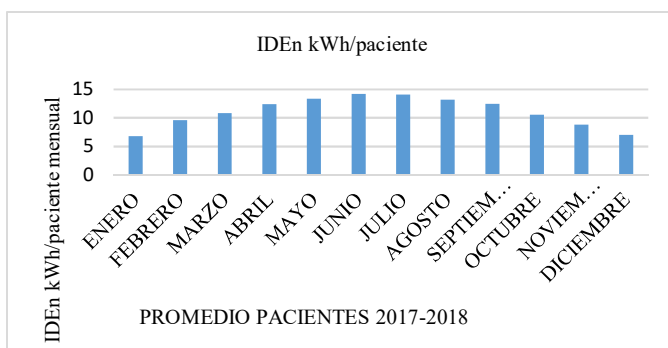
$$Y = -6183x + 243129$$

$$\text{Consumo Eléctrico en kWh} = -6183\text{kWh} \cdot \text{días} + 243129\text{kWh}$$

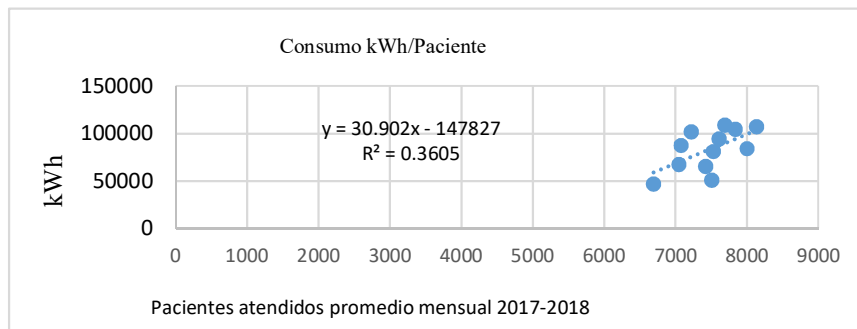
Días se refiere a número de días de facturación mensual que conforman el total de Consumo Eléctrico, con esta información se podrá evaluar si es posible disminuirlo, por lo que se tendrían que revisar las condiciones de operación en los procesos, programas de mantenimiento, por mencionar algunos.

IDEn consumo mensual por paciente atendido (kWh/Paciente)

Gráfica 5. IDEn Consumo Mensual kWh por Paciente atendido. Fuente

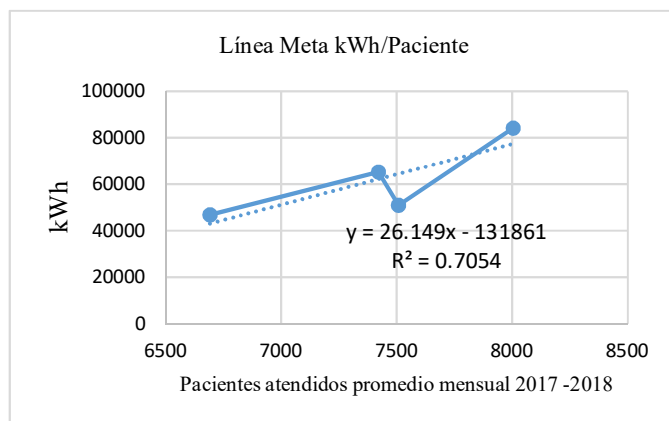


Gráfica 6. Diagrama de Dispersión y Ecuación de Regresión kWh/Paciente. Fuente



El coeficiente de correlación r^2 en la línea base calculada que se muestra en la Gráfica 6 es 0.36 lo cual indica que existe poca relación entre número de pacientes atendidos con el consumo eléctrico, pero al aplicar el método de la línea meta, es decir, generando otra regresión con los puntos de mejor desempeño, es decir, los que representan el menor consumo energético, que fueron (6691.5, 46865), (7421, 65261), (7507.5, 50939) y (8004,84133) se obtuvo una nueva ecuación de regresión con el valor de r^2 de 0.70 mostrado en la Gráfica 7, lo que significa que si existe relación entre el Número de pacientes atendidos y el consumo de energía eléctrica. Esta nueva ecuación representa la proyección del consumo eléctrico que se podría alcanzar.

Gráfica 7. Diagrama de Dispersión y Ecuación de Regresión para la Línea Meta. Fuente



La Línea Meta tiene por ecuación:

$$Y = 26.149x - 131861$$

$$\text{Consumo Eléctrico en kWh} = 26.149\text{kWh} \cdot \text{paciente} - 131861\text{kWh}$$

El IDEn proyectado de 101.68kWh/Paciente servirá para evaluar si es posible reducir el Consumo energético mediante la revisión de los sistemas que integran la facturación de energía eléctrica.

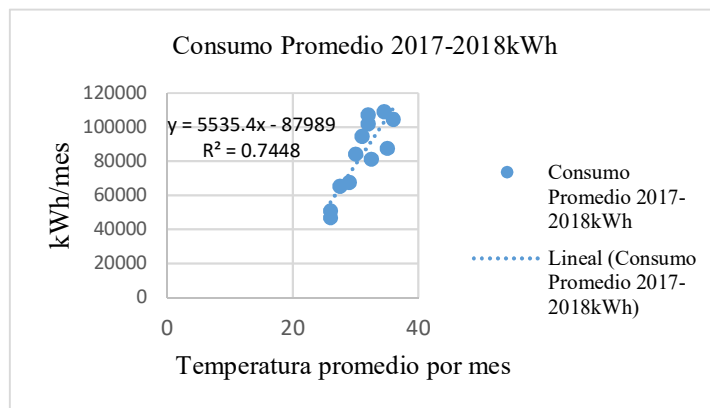
Consumo eléctrico contra temperatura ambiente

Se consideró analizar el impacto de la temperatura ambiente con el consumo eléctrico, debido a que Ciudad Valles presenta la mayor parte del año temperaturas calurosas, siendo los meses con mayor temperatura abril a junio, para ello se consultaron las temperaturas promedio mensual de los años 2017 y 2018 las cuales se presentan en la Tabla 2 (Weather Spark, 2019). Se obtuvo el diagrama de dispersión y ecuación de regresión simple, se observa en la gráfica 8 que el coeficiente r^2 resultó con un valor de 0.7448 lo que indica que existe una fuerte relación en el consumo eléctrico con la variación de temperatura.

Tabla 2. Temperaturas promedio y Consumo Eléctrico. Fuente

Mes	Temperatura promedio 2017-2018°C	Consumo Promedio 2017-2018kWh
Enero	26	50939
Febrero	29	67452
Marzo	32.5	81130
Abril	35	87493
Mayo	36	104594
Junio	34.5	109011
Julio	32	101857
Agosto	32	107177
Septiembre	31	94633
Octubre	30	84133
Noviembre	27.5	65261
Diciembre	26	46865

Gráfica 8. Diagrama de Dispersión y Ecuación de Regresión lineal kWh /Temperatura. Fuente propia.



Oportunidades de ahorro en el sistema eléctrico

La diferencia de la Línea Base (gráfica 1) y la Línea Meta (gráfica 2), permite estimar el ahorro potencial mensual con los datos de consumo eléctrico para 30 días, resultando

$$\text{Ahorro de CE} = (Ec. LB - EcLM) \text{ kWh/mes}$$

$$EcLB = 2792.2 \text{ kWh} * \text{días} - 1551.1$$

$$= (2792.2 * 30) - 1551.1 = 82,214.9 \text{ kWh/mes}$$

$$EcLM = -6183 \text{ kWh} * \text{días} + 243129 \text{ kWh}$$

$$= (-6183 * 30) + 243129 = 57,639 \text{ kWh/mes}$$

$$\text{Ahorro de Consumo Eléctrico: } 82,214.9 \text{ kWh/mes} - 57,639 \text{ kWh/mes} = 24,575.9 \text{ kWh/mes}$$

$$\text{Ahorro Consumo Eléctrico por Mes: } 24,575.9 \text{ kWh}$$

El Ahorro Porcentual sería

$$\%CE = \frac{\text{Ahorro CE por Mes}}{\text{Consumo Promedio Mensual}} = \frac{24,575.9 \text{ kWh}}{83,378.75 \text{ kWh}} = 0.2947$$
$$\%CE = 29.47\% \text{ de ahorro en kWh estimado}$$

CONCLUSIONES

La caracterización y cuantificación de los consumos energéticos permitió establecer Líneas de base Energética e Indicadores de desempeño. Resultó ser de mayor significancia el consumo eléctrico, debido a que el consumo de Gas en kWh es menor que el de la energía eléctrica.

Al realizar el análisis con la ecuación de regresión lineal simple, los valores de r^2 no indicaron relación fuerte entre el número de días facturados con el consumo de kWh, tampoco con el número de pacientes atendidos, por lo que fue necesario hacer una proyección con los puntos de mejor desempeño en ambos casos, este procedimiento dio como resultado que si hay posibilidades de reducción de consumo eléctrico. La estimación obtenida para mejorar el desempeño en el consumo de energía eléctrica calculado de 24,575.9kWh equivale a 14.30 Ton de CO₂ eq/MWh que se dejarían de emitir a la Atmósfera por generación de energía eléctrica. Este dato se obtuvo con el Factor 0.582 Ton de CO₂/MWh de Emisión del Sector Eléctrico Nacional publicado por la Comisión Reguladora de Energía (Energía, 2019)

La variable temperatura resultó tener relación importante con el consumo eléctrico, sin embargo, no es posible lograr la eficiencia energética basados solamente en la variable temperatura, por lo que es necesario realizar otro tipo de análisis que incluyan el número de pacientes atendidos y la temperatura ambiente.

Para lograr mejores resultados se recomienda considerar un período de tiempo más amplio, ya que en este trabajo solo se tomaron los años 2017 y 2018, los resultados permiten estimar posibilidades de ahorro 29.47%

BIBLIOGRAFÍA

- AChEE. (2015). Manual de Gestor en Eficiencia Energética. Sector Hospitalario.
- Albuja Espinosa Luis Alberto, S. A. P. D. (2017). Elaboración de un Sistema de Gestión Energética para el Hospital Baca Ortiz de Quito, según Normativa INEN ISO 50001. Escuela Politécnica Nacional.
- Alicia, V., & Sifuentes, N. (2008). Estadística inferencial aplicada. (Unidad de Post Grado de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Ed.) (Primera Ed). Lima, Perú.
- Brit, E., Laboratorio, E., Brit, G., Mogoll, H. M., Laboratorio, E., & De, R. (2017). Hacia un México Sostenible: Asociaciones Público Privadas en Eficiencia Energética.

- Cámara de diputados del H. congreso de la unión. (2012). Ley General de Cambio Climático. Dof 06-06-2012, 1-44. Retrieved from file:///Users/Jordi/Documents/1.Articles/Mexican Government/Mexican Law on Climate Change 2012_lgcc.pdf
- Carnilo, H., Pérez, S., & Moneo, M. (2016). El Acuerdo de París y sus Implicaciones para América Latina y el Caribe. Pnuma, 64. <https://doi.org/10.1109/ICAL.2007.4339081>
- Ing, A., & Jaén, E. (2003). Auditoría Medioambiental, (8).
- Standard, B. (2014). Energy management systems — Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) — General principles and guidance ISO 50006:2014.
- ACHEE. (2015). Manual de Gestor en Eficiencia Energética. Sector Hospitalario.
- Albuja Espinosa Luis Alberto, S. A. P. D. (2017). Elaboración de un Sistema de Gestión Energética para el Hospital Baca Ortiz de Quito, según Normativa INEN ISO 50001. Escuela Politécnica Nacional.
- Alicia, V., & Sifuentes, N. (2008). Estadística inferencial aplicada. (Unidad de Post Grado de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Ed.) (Primera Ed). Lima, Perú.
- Brit, E., Laboratorio, E., Brit, G., Mogoll, H. M., Laboratorio, E., & De, R. (2017). Hacia un México Sostenible: Asociaciones Público Privadas en Eficiencia Energética.
- Cámara de diputados del H. congreso de la unión. (2012). Ley General de Cambio Climático. Dof 06-06-2012, 1-44. Retrieved from file:///Users/Jordi/Documents/1.Articles/Mexican Government/Mexican Law on Climate Change 2012_lgcc.pdf
- Carnilo, H., Pérez, S., & Moneo, M. (2016). El Acuerdo de París y sus Implicaciones para América Latina y el Caribe. Pnuma, 64. <https://doi.org/10.1109/ICAL.2007.4339081>
- Ing, A., & Jaén, E. (2003). Auditoría Medioambiental, (8).
- Standard, B. (2014). Energy management systems — Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) — General principles and guidance ISO 50006:2014.
- 50001, U.-E. I. (2018). Sistemas de Gestión de la Energía. Requisitos con orientación para su uso (ISO 50001:2018). Madrid.
- SENER. (2015). Estudio de Eficiencia Energética en Hospitales.
- SENER. (2018). Balance Nacional de Energía 2017. México.
- Standard, B. (2014). Energy management systems — Measuring energy performance using

energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) — General principles and guidance

Weather Spark. (13 de Septiembre de 2019). Obtenido de <https://es.weatherspark.com/y/6140/Clima-promedio-en-Cd-Valles-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>