

## **Análisis termográfico y propuesta de mejoras para la eficiencia energética del edificio de docencia #1**

### **Thermographic analysis and proposal for improvements for the energy efficiency of the teaching building # 1**

MAYORQUIN-ROBLES, Jesús†\*, MEDINA-MUÑOZ, Luis, RODRIGUEZ-SENDAY, José y VILLALVAZO-LAUREANO, Efrain

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Jesús, Mayorquin-Robles*

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Luis, Medina-Muñoz*

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *José, Rodriguez-Senday*

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Efrain, Villalvazo-Laureano*

DOI: 10.35429/JTO.2020.13.4.9.13

Recibido 10 de Marzo, 2020, Aceptado, 30 de Junio, 2020

#### **Resumen**

Este trabajo contiene información técnica y resultados del diagnóstico energético realizado en el inmueble de la Universidad Tecnológica de Nogales-Edificio Docencia #1, ubicado en la ciudad de Nogales, Sonora, México. Se contempla la realización de un diagnóstico energético, instalación de registradores de parámetros eléctricos, análisis de datos históricos de consumo y demanda facturada, censos de carga, registros termográficos y de luminotecnia. Esto con la finalidad de obtener propuestas de mejoras basadas en los potenciales ahorro identificados en los sistemas estudiados.

**Termografía, Demanda Facturada, Luminotecnia, Diagnostico Energético, Parámetros Eléctricos**

#### **Abstract**

This work contains technical information and results of energy diagnosis made in the building of the Technological University of Nogales - Teaching Building # 1, located in the city of Nogales , Sonora ,Mexico. Conducting energy diagnostics , installation of electrical parameters recorders , historical data analysis and billed consumer demand , freight surveys , thermographic records and lighting is contemplated. This in order to obtain proposals for improvements based on potential savings identified in the systems studied.

**Thermography, Demand Billed, Lighting, Diagnostic Energy, Power Parameters**

**Citación:** MAYORQUIN-ROBLES, Jesús, MEDINA-MUÑOZ, Luis, RODRIGUEZ-SENDAY, José y VILLALVAZO-LAUREANO, Efrain. Análisis Termográfico y Propuesta de Mejoras para la Eficiencia Energética del Edificio de Docencia #1 Revista de Operaciones Tecnológicas. 2020. 4-13: 9-13

\* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: ing.mayo@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Ante la magnitud con la que se dejan sentir los efectos del calentamiento global, generado por las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), que se reflejan en fenómenos meteorológicos, pérdidas materiales a causa de sequías e inundaciones, con los consecuentes daños económicos y sociales, resulta impostergable el diseño, adopción y aplicación de medidas orientadas al uso eficiente de la energía eléctrica y por tanto a la disminución de emisión de contaminantes a la atmósfera.

Es precisamente con este propósito que se pretende trabajar plenamente comprometido en logra metas que contribuyan al desarrollo sustentable dentro de la institución y así mismo a consolidar la estrategia nacional de transición energética y aprovechamiento sustentable de la energía, siempre con una actitud vinculante con todos los sectores de la sociedad.

## Planteamiento

Los análisis, mediciones y evaluaciones de los principales equipos, sistemas y procesos consumidores de energía en la Institución, han permitido determinar la eficiencia energética y las posibilidades de mejora, modernización y ahorro de las mismas. A estos análisis, evaluaciones y mediciones, cuando se realizan de manera sistemática, objetiva y metodológica se atribuye el nombre de 'diagnósticos energéticos'. Los diagnósticos energéticos permiten determinar los potenciales de ahorro de energía involucrados en los procesos.

Para llevar a cabo este análisis energético se utilizó la termografía infrarroja, la cual es una técnica no destructiva que permite medir, a través de una cámara termográfica, la temperatura de una superficie y localizar con precisión las pérdidas y demandas de energía; por tanto con el empleo de esta técnica nos ayudará a estudiar las propiedades energéticas o niveles de aislamiento del edificio de docencia # 1 de la Universidad Tecnológica de Nogales Sonora México.

El presente trabajo se mostrará información técnica y resultados del diagnóstico energético realizado a dicho inmueble. El edificio analizado cuenta con aulas de clase, oficinas para profesores y un laboratorio de cómputo.

A continuación, en la figura 1 se presenta la ubicación y orientación del inmueble a través de una imagen satelital.



Figura 1 Imagen Satelital del Edificio

## Desarrollo Diagnostico Energetico

Para iniciar el proceso de implementación de ahorro de energía eléctrica, se debe llevar a cabo una reunión de coordinación con los reponsables de la superficie de la edificación a la cual se le realizará el estudio. Esto con la finalidad de poder identificar las características principales sobre el comportamiento energético de la institución, así como también para tener en cuenta el periodo de utilización de la energía dentro del inmueble.

Por tanto, será necesario un recorrido preliminar por las instalaciones con el objetivo de lograr una inspección visual de las áreas en general, para así poder obtener un panorama generalizado del estado energético y las oportunidades de ahorro de energía eléctrica existentes. Con el desarrollo de dicha actividad se busca tener especial atención en los hábitos de las personas que hacen uso del inmueble, el estado general de los equipos, la antigüedad de los mismos, el nivel de iluminación de las áreas, entre otras cosas adicionales.

Para estimar el uso de la energía eléctrica en la edificación estudiada y determinar las mediciones que posteriormente se realizaran, fue necesario representar datos históricos de demanda eléctrica facturada de al menos los 2 últimos años, para evaluar el comportamiento energético del usuario y detectar patrones de consumo, tal y como lo muestra el Gráfico 1 y la Tabla 1.

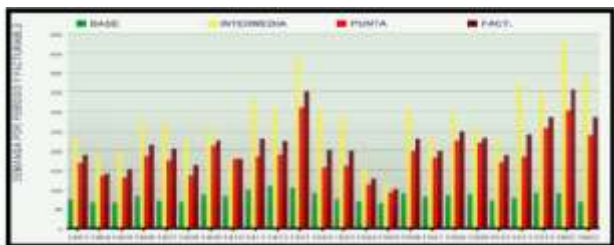


Gráfico 1 Demanda Facturable

FECHA	BASE	INTER	PUNTA	FACTURABLE
201403	73	232	188	188
201404	65	183	134	140
201405	65	196	131	151
201406	81	280	185	214
201407	69	269	175	204
201408	66	222	136	162
201409	85	253	211	224
201410	81	176	178	178
201411	98	331	184	229
201412	109	300	189	223
201501	104	444	309	350
201502	91	304	156	201
201503	73	287	161	199
201504	67	160	113	128
201505	63	117	93	101
201506	88	301	198	229
201507	80	235	181	198
201508	83	300	224	247
201509	86	255	220	231
201510	69	227	169	187
201511	77	365	184	239
201512	92	345	257	284
201601	89	477	302	355
201602	66	389	238	284

Tabla 1 Datos de Demanda Facturable en kWh

Por otra parte tenemos los datos arrojados del comportamiento histórico del consumo, los cuales están ilustrado en la siguiente Gráfica 2 y Tabla 2.

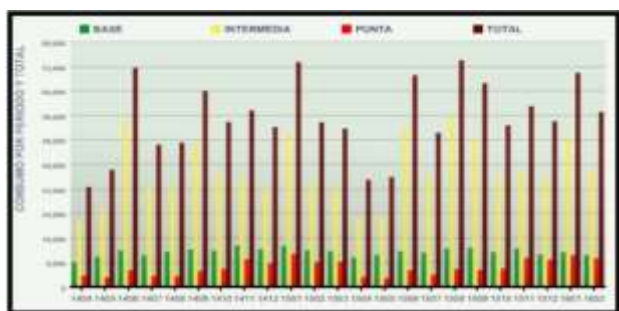


Gráfico 2 Consumos

FECHA	BASE	INTER	PUNTA	TOTAL
201403	12,180	29,848	8,078	50,106
201404	7,758	21,378	3,498	32,620
201405	9,562	25,634	2,926	38,122
201406	11,928	54,264	5,236	71,428
201407	10,052	32,810	3,332	46,200
201408	11,452	32,130	3,276	46,858
201409	12,194	46,522	5,012	63,728
201410	11,872	36,176	5,740	53,788
201411	13,468	35,266	8,792	57,526
201412	12,236	32,354	7,532	52,122
201501	13,384	49,448	10,500	73,332
201502	11,928	33,922	7,784	53,634
201503	11,690	31,990	7,894	51,674
201504	9,394	22,386	3,080	34,860
201505	10,220	22,918	2,888	35,926
201506	11,606	52,052	5,236	68,894
201507	10,906	35,630	3,794	50,330
201508	12,558	55,818	5,572	73,948
201509	12,726	48,132	5,418	66,276
201510	11,242	35,630	5,824	52,696
201511	12,544	37,188	9,212	58,964
201512	10,332	35,070	8,610	54,012
201601	11,116	48,636	10,094	69,846
201602	10,038	37,898	9,072	57,008

Tabla 2 Datos de consumos

### Analisis Termografico

Con la ayuda de la termografía, la cual es una herramienta basada en el estudio de la temperatura de los equipos e instalaciones de una empresa sin interrumpir su ciclo de producción. Normalmente los problemas en los equipos, se evidencian por las alteraciones en su temperatura.

Hay que tener en cuenta que para obtener un buen estudio general de la calidad del servicio eléctrico es fundamental el diagnóstico energético, es por ello que se deben verificar los problemas causados por las posibles variaciones significativas de corriente y tensión, ocasionadas por el envejecimiento de los equipos eléctricos por sobrecalentamiento en motores, tableros eléctricos, transformadores e iluminación.

Es por ello que se utilizó un registro termográfico de la subestación de la edificación, la cual se muestra en la siguiente Fig.2, la cual muestra las condiciones de operación de la misma.

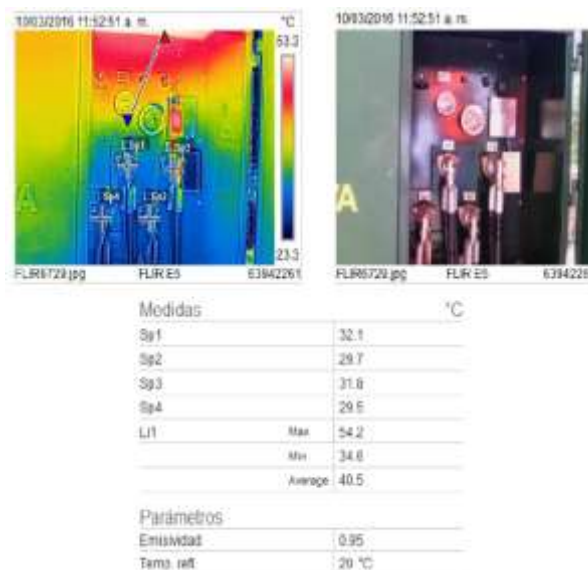


Figura 2 Termografía a Transformador de Edificio

La termografía realizada al transformador del edificio, arrojó que la temperatura del mismo está cercana a los 40°C. Estar cerca o por debajo de este nivel de temperatura asegura su buen funcionamiento y evita la degradación de éste. Además, se observó que la capacidad del transformador instalado es la suficiente para suministrar las necesidades energéticas de la institución. Se encontró un transformador en total que alimenta el edificio, con una capacidad de 300 kVA que se muestra en la Fig. 3.



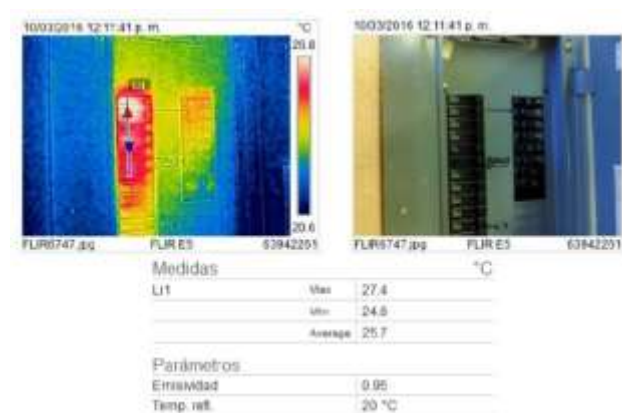


**Figura 3** Transformador de Pedestal de 300 kVA

También se detectó que las fases del sistema se encuentran desbalanceadas, lo cual no es benéfico para el funcionamiento óptimo del transformador.

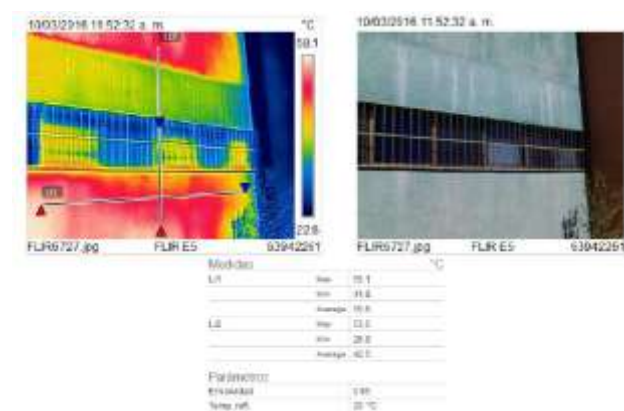
Por último, se estima que el porcentaje de utilización para el transformador, oscila entre un 20.57%, lo cual determina que nuestra subestación no se encuentra sobrecargada.

Continuando con el estudio termográfico del edificio, se procedió a realizar el análisis a los tableros eléctricos de distribución, los cuales se muestran en la Fig. 4. Dando como resultado un desbalanceo en las líneas, por lo que se puede apreciar en las imágenes.

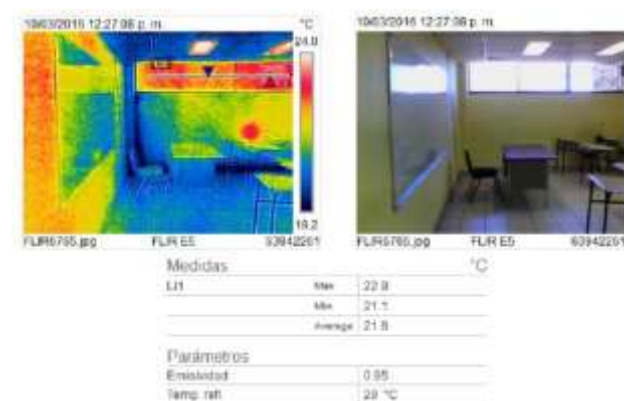


**Figura 4** Termografía de Tablero de Distribucion

También se tomaron imágenes de los puntos más críticos del edificio, para poder identificar los puntos de sobrecalentamiento, y así poder hacer una evaluación del sistema de climatización y refrigeración, ayudando con esto en la eficiencia de los mismos y en el ahorro energético del inmueble. Por lo que se obtuvieron los siguientes resultados, en las Fig. 5 y 6 mostradas a continuación.



**Figura 5** Termografía de Aspectos Críticos del Edificio



**Figura 6** Termografía de Aspectos Críticos del Edificio

## Resultados

Las deducciones de la investigación, muestran que después de haber aplicado el estudio termográfico y de acuerdo a las figuras mostradas anteriormente, determinamos lo siguiente:

- Transformador en estado óptimo de funcionamiento y sin sobrecarga.
- Tableros de distribución un tanto desbalanceados, por lo que será necesario realizar un próximo estudio de balanceo de carga que ayude a solucionar dicho problema.

- En cuando a las condiciones críticas del edificio, se encontró con que los parasoles del inmueble protegen solamente a los ventanales superiores, mientras que los inferiores se encuentran desprotegidos, provocando una entrada excesiva de calor ocasionado un consumo extra de energía eléctrica de las unidades de aire acondicionado.

### Recomendaciones

De acuerdo al análisis realizado previamente, se determinan las recomendaciones de ahorro de energía siguiente:

- Se tiene que colocar un buen aislante térmico que ayude a los sistemas de aire a mantener una temperatura de confort dentro del local.
- Instalar sistemas de sombreado en ventanas para bloquear la introducción del calor solar al interior del edificio.
- En cuanto a la iluminación se refiere se recomienda sustituir lámparas T12 por lámparas T8 o T5 con balastro electrónico.
- En cuanto a los equipos de refrigeración se refiere, se recomienda seccionar los espacios a refrigerar y aislarlos térmicamente para tener una mejor conservación de la temperatura deseada dentro de los espacios, así como también sustituir los equipos con antigüedad de más de 10 años por unidades con tecnología Inverter.
- Instalación de variadores de velocidad en motores utilizados para sistemas de bombeo.

En la mayoría de las ocasiones en cuanto al ahorro energético, radica en poder lograr educar y crear conciencia en las personas acerca de la importancia en el cuidado de la energía.

### Conclusiones

La eficiencia energética es una tendencia necesaria debido al impacto ecológico que representa el gasto innecesario de la energía, y más en especial la energía eléctrica. De esta manera con la implementación de la tecnología termográfica desarrollada en este artículo se puede contribuir para alcanzar el éxito en cuanto a la eficiencia energética de las edificaciones. Así como también permite ahorrar costes, reducir fallas y prolongar la vida útil de los equipos localizados dentro del inmueble. Sin lugar a dudas el análisis realizado resultó una opción viable y rentable para las intenciones iniciales acerca del ahorro energético del edificio.

### Referencias

Cfe.gob.mx. (2016). Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica. [online] Available at: [http://sisproter.cfe.gob.mx/sisproter/documentos/regla\\_lspee.pdf](http://sisproter.cfe.gob.mx/sisproter/documentos/regla_lspee.pdf) [Accessed 30 Sep. 2016].

Cfe.gob.mx. (2016). Normas de distribución. [online] Available at: <http://www.cfe.gob.mx/Industria/InformacionCliente/Paginas/Normas-de-distribucion.aspx> [Accessed 30 Sep. 2016].

Dof.gob.mx. (2016). DOF - Diario Oficial de la Federación. [online] Available at: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5076393&fecha=30/12/2008](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5076393&fecha=30/12/2008) [Accessed 30 Sep. 2016].

Fide.org.mx. (2016). Consejos de Ahorro. [online] Available at: [http://fide.org.mx/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=65&Itemid=235](http://fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=65&Itemid=235) [Accessed 30 Sep. 2016].

Dof.gob.mx. (2016). DOF - Diario Oficial de la Federación. [online] Available at: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5163735&fecha=19/10/2010](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5163735&fecha=19/10/2010) [Accessed 30 Sep. 2016].