

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DE
AISLAMIENTO TÉRMICO COMO ESTRATEGIA DE
EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DISMINUCIÓN DE COSTOS”**

PRESENTADO POR:

EDGAR FRANCISCO DOMÍNGUEZ TARAZÓN

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. ROSA IRENE SÁNCHEZ FERMÍN

HERMOSILLO SONORA, MÉXICO

FECHA: 30 DE DICIEMBRE 2017

Índice General

Introducción.....	1
CAPITULO I.- PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Problema de investigación.....	10
1.3 Pregunta de investigación	11
1.4 Objetivo general	11
1.4.1 Objetivos específicos	12
1.5 Hipótesis.....	12
1.6 Justificación.	12
1.7 delimitaciones.....	13
CAPITULO II.- FUNDAMENTOS CONCEPTUALES Y MARCO TEÓRICO	14
1.1.- Aislamiento térmico.....	14
2.2.- Beneficios del aislamiento térmico.	15
2.3.- Tipos de aislamiento térmico.....	19
2.4.- Experiencias internacionales en el uso del aislante térmico.....	28
2.5.- Experiencias nacionales.....	28
2.6.- Tarifas eléctrica H-MC.....	31
2.7.- Eficiencia Energética.....	34
2.8.- Análisis económico.....	45
2.8.1.- Evaluación de la energía consumida.	45
2.8.2.- Inversión y ahorro de energía	46

2.8.3.- Rentabilidad de la inversión	46
CAPITULO III.- MÉTODO Y MATERIALES	48
3.1.- Descripción del método.	48
3.2.- La población objeto de la investigación	48
3.3.- Procedimiento de selección de la muestra.....	49
3.4.- Tipos de instrumentos a utilizar.....	50
3.5.- Definición de variables e indicadores.	58
3.5.1.- Variables.....	58
3.5.2.- Indicadores:	58
3.6.- Fuentes de información.....	60
3.7.- Elementos de aceptación o rechazo de hipótesis.	60
CAPITULO IV.- DESARROLLO Y RESULTADOS.....	61
4.1 Principales Resultados	61
4.2 Calculo de indicadores	66
4.2.1.- Indicador de retorno de la inversión.....	66
4.2.2.- Indicador de porcentaje de ahorro por aislamiento térmico.	67
4.3 Resultados de Comparación	69
CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
5.1.- Conclusiones.....	70
5.2.- Recomendaciones.....	73
Bibliografía	75
Anexos	80

Índice de tablas:

Tabla 2.1.- Cargos por la demanda facturable, por la energía de punta, por la energía intermedia y por la energía de base (julio 2017).	31
Tabla 2.2.- Las temporadas del año se definen por región tarifaria de la siguiente manera.	32
Tabla 2.3.- Estos periodos se definen a cada una de las regiones tarifarias para las distintas temporadas del año (temporada de verano)	32
Tabla 2.4.- Estos periodos se definen a cada una de las regiones tarifarias para las distintas temporadas del año (temporada de invierno).....	32
Tabla 2.5.- Valores de factores de reducción FRI y FRB según región.....	33
Tabla 2.6.- Consumo energía eléctrica en inmuebles en México (2005).....	38
Tabla 3.1.- Formato de datos de consumo de energía eléctrica del edificio de la Gerencia de Control Noroeste.....	50
Tabla 3.2.- Formato de cuadro comparativo de costos unitarios para la licitación	56
Tabla 3.3.- Formato de concentrado de resultados del cuadro comparativo de costos unitarios.....	57
Tabla 3.4.- Ahorro obtenido con aislamiento térmico en la GCRNO.	58
Tabla 4.1.- Resultado de consumos de energía eléctrica del edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste	61
Tabla 4.2.- Resultados del cuadro comparativo de los costos unitarios de la licitación.	64
Tabla 4.3.- Concentrado de los costos unitarios en miles de pesos.....	65
Tabla 4.4.- Ahorro en la implementación de aislamiento térmico en el edificio de la GCRNO	66
Tabla 4.5.- Porcentaje de ahorro durante un año.....	67

Índice de gráficas:

Gráfica 2.1.- Consumo de energía eléctrica en vivienda.....	29
Gráfica 2.2.- Consumo promedio de energía eléctrica en las viviendas de México, 1988-2006.....	30
Gráfica 2.3.- Consumo anual de la mediana industria nacional.	39
Gráfica 2.4.- Evolución estimada de emisiones por edificios a 2050.	40
Gráfica 2.5.- El consumo de energía en un día caluroso de julio para los años 1987,1992 y 1997	42
Gráfica 3.1.- Gráfico según CONUEE (Análisis consumo energía vs facturación)	54
Gráfica 4.1.- Consumo de energía Vs Facturación en el edificio de la GCRNO antes del aislamiento.	62
Gráfica 4.2.- Consumo de energía Vs Facturación en el edificio de la GCRNO después del aislamiento.....	63
Gráfica 4.3.- Resultados Comparativos de facturación edificio de la GCRNO.....	69

Índice de Ilustraciones:

Ilustración 2.1.- El Poliestireno extruido (XPS).....	21
Ilustración 2.2.- detalle de colocación poliestireno extruido (EXP).....	21
Ilustración 2.3.- El poliestireno expandido (EPS)	22
Ilustración 2.4.- Laminas minerales.....	23
Ilustración 2.5.- Lana de roca.....	24
Ilustración 2.6.- Lana de roca proyectada (mortero tecwool)	24
Ilustración 2.7.- Lana de vidrio	25
Ilustración 2.8.- Poliuretano	26
Ilustración 2.9.- Eco-aislamiento	27
Ilustración 3.1.- Paso 1, Acceso de servicio contratado ante la CFE.....	51
Ilustración 3.2.- Paso 2, Se selecciona Costo total Vs Consumo.....	51
Ilustración 3.3.- Paso 3, seleccionar la fecha inicial del periodo a consultar.....	52
Ilustración 3.4.- Paso 4, seleccionar la fecha final y a consultar.....	52
Ilustración 3.5.- Paso 5, despliegue de la información solicitada.....	53

“No hay viento favorable para el que no sabe dónde va”

Séneca

Dedicatoria

El agradecimiento a mi esposa Alejandra Urbina Ibarra por el apoyo incondicional durante el proceso de la maestría.

A mis hijos Santiago y Leonardo, que me han enseñado el sentido de la responsabilidad y crecimiento como persona.

A mis padres Asunción Tarazón Herrera y José Rogelio Domínguez Valenzuela, que durante mi vida he recibido apoyo total durante mi desarrollo personal y profesional.

A mis hermanos Claudia y Rogelio, gracias por la amistad y apoyo durante mi progreso personal.

A mi jefa Cristina Amaya Díaz, quien siempre ha creído en mí, y además de gestionar mi capacitación para cumplir mis objetivos profesionales.

A mis compañeros de maestría que me acompañaron durante el proceso, ya que con sus aportaciones fueron de gran aprendizaje personal.

A Salvador Valencia Dávila, Gerente de Control Regional Noroeste, por el apoyo a mi desarrollo profesional dentro de la organización.

A mis maestros de maestría de administración del Instituto Tecnológico de Hermosillo, que compartieron sus experiencias y conocimiento en cada una de las materias; agradezco en especial a la Dra. Rosa Irene Sánchez por la asesoría durante el proceso de mi titulación.

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de mantenerme sano y con la fortaleza de seguir adelante en mi vida.

Resumen

El Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) es un organismo público descentralizado cuyo objeto es ejercer el Control Operativo del Sistema Eléctrico Nacional; la Operación del Mercado Eléctrico Mayorista y garantizar imparcialidad en el acceso a la Red Nacional de Transmisión y a las Redes Generales de Distribución.

La operación del CENACE requiere información en tiempo real con la finalidad de tomar decisiones con datos oportunos y confiables; para lograr lo anterior en cada centro de trabajo se instalan servidores informáticos necesarios para proporcionar tal servicio. Para la operación de los servidores es necesario incorporar a la infraestructura de cada edificio equipos de aire acondicionado para minimizar el calor que generan los servidores.

El edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste ubicado en Hermosillo Sonora, cuenta con 2755 m² de construcción y una capacidad instalada de aire acondicionado de 120 toneladas, lo que representa en su mayor parte la demanda de energía consumida en el edificio.

Es importante reducir los costos operativos del edificio y para ello es necesario tomar en cuenta medidas de ahorro de energía y la implementación de herramientas de eficiencia energética como el aislamiento térmico; con la finalidad que los equipos de aire acondicionado operen con mayor eficiencia y por consecuencia reduzca la facturación de energía eléctrica del inmueble.

Por lo anterior, es necesario realizar un análisis comparativo de la utilización de aislamiento térmico como estrategia de eficiencia energética y disminución de costos; con la intención de demostrar la factibilidad de la implementación en los centros de trabajo del Centro Nacional de Control de Energía.

Para ello se considera como piloto a la Gerencia de Control Regional Noroeste ubicada en Hermosillo Sonora, la cual en septiembre del 2013 terminó la obra de implementar el aislamiento térmico.

Los resultados obtenidos en el análisis determinaron un ahorro del 12.24% en un año de implementación; lo anterior traducido al ahorro en facturación fue equivalente a \$224,982.20; además se determinó el retorno de inversión de ejecución del aislamiento térmico, el cual fue de 6 años, 2 meses y 20 días.

De esta manera se comprueba la hipótesis en cuanto a la factibilidad de implementar el aislamiento térmico como herramienta energética en centros de trabajo que pertenecen al Centro Nacional de Control de Energía, los cuales se encuentran ubicados en clima cálido y cuentan con una capacidad instalada mayor a 100 toneladas en aires acondicionados y su superficie construida supera los 2000m².

Palabras clave:

Aislamiento térmico, eficiencia energética, ahorro de energía eléctrica.

Abstract

The National Center of Energy Control (CENACE) is a decentralized public system which main objective is to control the operation of the national electrical system, as well as the wholesaler electrical market. It also ensures the impartiality in the access to the national webs of transmission and distribution.

Its operation demands real time information in order to make decisions based on opportune and trustful data. To achieve this goal, several computer servers have been installed in every center. It is required to have the proper air conditioning equipment in the infrastructure of every building, so they can work properly and reduce the heat they generate.

The Management of Northwest Regional Control building located in Hermosillo, Sonora has 2755 m² of construction and an air conditioning capacity of 120 tons, which represents most of the demand of energy consumed.

It is important to reduce the building operational costs. Therefore, is necessary to consider energy saving measurements and the implementation of energy efficiency tools such as thermic insulation, so the air conditioning equipment will function efficiently and in consequence will reduce the building electric energy invoicing.

As a result, it is mandatory to elaborate a comparative analysis of the use of a thermic insulation system as an energy efficiency and cost reduction strategy, to prove the actual implementation within the working centers of the National Center of Energy Control.

For this analysis, The Management of Northwest Regional Control building located in Hermosillo, Sonora has been selected as the experimental center because the thermic insulation system started working in September 2013.

The data obtained from the comparative analysis showed a reduction of the 12.24% in a year from the start of the implementation, which translated to invoicing figures, equals \$224,982.20. With the information obtained was also possible to calculate the time of

investment recovery for the thermic insulation system execution, which will be 6 years, 2 months and 20 days.

In conclusion, the hypothesis on the feasibility on the implementation of a thermic insulation system as an energy tool within the working centers of the National Center of Energy Control was proved effective. This is due to the facts that most of them are located in a warm weather region, their air conditioning equipment is superior to 100 tons and their construction infrastructure is superior to 2000 m².

Introducción

En el presente trabajo de investigación se realiza un análisis comparativo del comportamiento del consumo de energía eléctrica del edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste, antes y después de la implementación del aislamiento térmico. Lo anterior con la finalidad de comprobar la hipótesis de la factibilidad de incorporar este mecanismo en los edificios pertenecientes al Centro Nacional de Control de Energía (CENACE).

Es importante señalar que el aislamiento térmico no es un elemento obligatoriamente aplicable para las edificaciones que corresponden al CENACE, según NOM-020-ENER-2011; ya que los inmuebles fueron construidos antes de la publicación de la presente norma.

Lo que se pretende demostrar con este análisis es demostrar la viabilidad de la implementación del aislamiento en los inmuebles del CENACE ubicados en clima cálido y que el retorno de la inversión sea menor a 10 años.

La investigación se divide en cinco capítulos, en el primero se hace el planteamiento de la investigación, en donde se exponen la problemática a analizar, objetivos e hipótesis; en un segundo capítulo considera el marco teórico el cual menciona los tipos de aislamientos para edificaciones, tarifas eléctricas, eficiencia energética e indicadores de costos de energía eléctrica; el tercero describe el método y materiales, determina la población objetivo, selección de la muestra, instrumento a utilizar, definición de variables, fuentes de información y elementos de aceptación o rechazo; el cuarto refiere al desarrollo de resultados y finalmente el capítulo quinto conclusiones y recomendaciones

CAPITULO I.- PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

En 1899, los inicios del sistema eléctrico la capacidad instalada para generar energía eléctrica en México era de 31 039 kW (kilowatts) en industrias textiles y mineras, la cual era de inversión privada. Las concesiones para su instalación fueron otorgadas por autoridades federales, estatales y municipales. En el periodo comprendido de 1897 a 1911 se organizaron más de cien empresas eléctricas (EE) con tecnologías diversas, diferentes frecuencias de generación, voltaje, en corriente alterna y directa. La mayoría eran plantas aisladas para industrias, alumbrado público y pocos servicios domésticos. La primera expansión de la industria eléctrica siguió el mismo patrón caótico que en otros países: multitud de permisos a diversas empresas. La consolidación se forzó con la compra de los competidores con buena fe o con amenazas, disminución de precios de venta o corrupción. (CFE, 2014)

En 1925, el crecimiento de la electricidad fue de 31 a 390 MW. El 14 de agosto de 1937, el Ejecutivo Federal creó la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Debido a que a finales de los años treinta seguían existiendo demasiadas empresas privadas eléctricas, entre las cuales destacaban Impulsora de Empresas Eléctricas, filial de Bond and Share norteamericana, y Mexicana de Luz y Fuerza Motriz, filial de la empresa canadiense American and Foreign Power Company, la planeación en el desarrollo eléctrico, la mejor explotación, la ubicación de los recursos, la sintonía con los programas de desarrollo económico y la formación de técnicos fue la gran tarea de la CFE. (Ibidem)

El 11 de febrero de 1939 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la primera Ley de la Industria Eléctrica, en la que se definió a la electricidad como un servicio público que puede ser prestado por el Estado o por los particulares mediante concesiones, derivado del incremento en capacidad instalada que prosiguió con bajas tasas. Para 1943, México tenía una potencia instalada de 680 MW. El impulso lo dio la CFE una vez que los primeros proyectos entraron en servicio y la capacidad pasó de 720 MW

en 1945, a 1 400 MW en 1951, los 1 400 MW de capacidad instalada estaban integrados por la Mexican Light con 378 MW, 197 MW por Impulsora de Empresas Eléctricas, 455 MW por otros inversionistas y sólo 370 MW por propiedad estatal, es decir por CFE y Eléctrica Chapala, que representaban únicamente el 26.5% del total. (Ibídem)

En 1960, el Congreso de la Unión aprobó la modificación del artículo 27 constitucional, propuesta por el presidente Adolfo López Mateos, en donde se afirma que le corresponde a la nación generar, transformar, distribuir y abastecer la energía eléctrica para la prestación de servicio público. En esta fase hubo un cambio en la escala que se venía dando en la construcción de proyectos hidroeléctricos. A diferencia de los años anteriores, donde se habían construido 41 plantas hidroeléctricas relativamente pequeñas, que aprovechaban principalmente los escurrimientos de las partes altas de las cuencas hidrográficas, con gastos de agua bajos y caídas grandes, se iniciaron proyectos hidroeléctricos magnos en locaciones más bajas de las cuencas, con caudales importantes y caídas menores; pero esta tendencia tendría un déficit, ya que también existió un crecimiento en lo que se refiere a la participación de centrales termoeléctricas, debido a que México empezó a enriquecerse de yacimientos de petróleo en el sureste del país, lo cual en apariencia sería más barato y factible. (Ibídem)

El primer proyecto hidroeléctrico magno fue el denominado Infiernillo (iniciaban las inversiones fuertes del erario público), en el río Balsas, que entró en servicio en el año de 1965; para transmitir la energía eléctrica generada en estas grandes plantas hidroeléctricas, más alejadas de los centros de consumo, fue necesario recurrir a un voltaje de transmisión más alto, de 400 kV (kilo volts), que casi duplicó el de 230 kV que se había introducido a principios de los años cincuenta. Como ya se mencionó, en México se manifestó un crecimiento importante de las centrales termoeléctricas hasta llegar a tenerlas incluso como generación base debido a que la década de los sesenta en el mundo fue un periodo de petróleo abundante y barato, cobrando auge los hidrocarburos como energéticos para la generación de energía eléctrica. México no

fue la excepción y, en este sentido, la CFE les brindó prioridad a las plantas termoeléctricas, especialmente a las que usaban combustóleo o gas natural como combustible. Gracias al control que el gobierno mexicano ejerció desde ese momento en la industria de suministro eléctrico hasta la fecha (2012) se ha permitido: "una planeación uniforme según programas nacionales; unificación de frecuencias de operación; interconexión de sistemas; un solo régimen tarifario (anteriormente existían 168); normatividad nacional; capacitación profesional; optimización de recursos; menor y mejor administración; beneficios técnicos, económicos y sociales; la industria se expandió y atendió áreas no cubiertas anteriormente; electrificación de zonas deprimidas y rurales; formación de un cuerpo técnico de experiencia; integración de departamentos de planeación, ingeniería, diseño y construcción; especialización en transmisión y distribución". Desde esa época, poco se pensó en fomentar la construcción de proyectos que utilizaran recursos renovables para generar energía eléctrica, sin imaginar que estas decisiones en el ámbito pasarían factura hoy en día con el calentamiento global. En México, desde ese entonces cobró importancia la generación termoeléctrica, incrementándose de forma acelerada desde un 48% de participación en 1960 hasta un 81% en 1987. Ese mismo año (1987), la capacidad instalada había alcanzado el valor de 23.15 GW, y en cuanto a la generación anual, se había alcanzado una demanda de 96.31 GWh. El consumo por habitante se incrementó de 109 a 1 505 kWh anual. (Ibídem)

A diferencia de aquellos años donde las plantas generadoras de energía eléctrica se encontraban dispersas, en la actualidad, las fuentes de generación de energía eléctrica se han interconectado mediante una red de líneas de transmisión de alta tensión que se extiende por el país desde la frontera con los Estados Unidos hasta la frontera con Guatemala, controlados por el Centro Nacional de Control de Energía Eléctrica (CENACE). Los técnicos de la industria eléctrica mexicana son reconocidos en el ámbito internacional y a la fecha son prácticamente autosuficientes. (Ibídem)

El Gobierno Federal, bajo la jurisdicción de la Secretaría de Energía (SENER), ha manifestado en las dos últimas décadas que diversas empresas consultoras que han

auditado a la CFE expresan que los indicadores de productividad, eficiencia en generación, fallas en equipos, interrupciones por usuario y otros aspectos, compiten con empresas de países desarrollados. La Comisión Federal de Electricidad, que depende de la Secretaría de Energía, divide al país en cinco regiones de producción: Norte, Noroeste, Occidente, Central y Sureste.

El 20 de diciembre de 2013 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el “Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de energía”, así mismo el 28 de agosto de 2014 se publicó en el DOF el “decreto por el que se crea el Centro Nacional de Control de Energía” (CENACE), reformas que dieron lugar a la necesidad de adaptar las condiciones laborales existentes a las necesidades del propio CENACE (DOF, 2014). Esta separación de Comisión Federal de Electricidad – Centro Nacional de Control de Energía, se detono debido a que, en el esquema del sistema eléctrico nacional, el CENACE debe encargarse de subastas del mercado de energía y por esa situación no podría ser juez y parte en la ejecución del mercado eléctrico mayorista.

En dicho decreto se le ordena a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) transferir al CENACE, los recursos financieros, materiales y humanos necesarios para el cumplimiento de sus facultades como organismo público descentralizado, de la Administración Pública Federal, sectorizado a la Secretaria de Energía (SENER), con personalidad jurídica y patrimonio propio; respetando todas las prestaciones contractuales al personal transferido de la CFE al nuevo CENACE, con el objeto de ejercer el control operativo del Sistema Eléctrico Nacional, la operación del Mercado Eléctrico Mayorista y garantizar el acceso abierto y no indebidamente discriminatorio a la red nacional de transmisión y las redes generales de distribución; y proponer la ampliación y modernización de la red nacional de transmisión y los elementos de las redes generales de distribución que corresponden al mercado eléctrico mayorista.

La planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, así como el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica son áreas consideradas estratégicas por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos Párrafo reformado, DOF 20-08-1993, 02-03-1995, 20-12-2013, y por tanto, los bienes destinados al funcionamiento, mantenimiento y operación de tales actividades son consideradas infraestructura estratégica en términos de la Ley de Seguridad Nacional (Secretaría de Gobernación, 2005), por lo que desarrollará prioritariamente sus actividades para garantizar la operación del referido Sistema en condiciones de eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, seguridad y sustentabilidad.

De acuerdo a estudios realizados por la International Energy Agency, del 2013 al 2015 el consumo total bruto de electricidad en el mundo, muestra un incremento, es decir paso en 2013 de 254.78 TWh a 269.83 TWh en 2015 (IEA, 2017).

Por lo anterior, el comportamiento de la demanda de energía eléctrica a nivel mundial se ha incrementado un 6% en un lapso de dos años, lo que ha llevado a tomar decisiones de utilizar tecnología con mayor eficiencia para generar energía eléctrica y además de contribuir al medio ambiente con tecnologías limpias.

Según el informe de actividades 2013 de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE); para lograr el aumento de la eficiencia energética en los edificios, se han establecido normas que definen estándares de envolventes en edificaciones tanto residenciales (NOM-020-ENER-2011) como no residenciales (NOM-008-ENER-2001). (CONUEE, 2013)

Tania Mijares García, directora general de Alianza por la Eficiencia Energética (ALENER); comenta que en cuanto a la NOM-020-ENER-2011, publicada en el 2012, aún no se exige su aplicación y cumplimiento al 100 por ciento. Por el momento se está participando en grupos de trabajo que la Secretaría de Energía ha estado convocando y organizando, donde desarrolladores de vivienda, la Secretaría del Medio Ambiente (SEMARNAT), todo el sector de vivienda (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano – SEDATU, Infonavit, etc.), la Cámara Americana de la Industria y

del Comercio, la Cámara Nacional de la Industria de Promoción y Desarrollo de Vivienda (CANADEVI), entre otras varias, estamos tratando de encontrar la mejor forma de aplicación de esta norma. (García, 2017)

Por lo anterior al no tener una exigencia por parte de organismos de vigilancia del cumplimiento de la NOM-020-ENER-2011, es importante demostrar mediante un análisis comparativo de medición del consumo de energía eléctrica en el edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste que la aplicación del aislamiento térmico como herramienta de eficiencia energética es viable para la reducción de costos en las edificaciones mayores a 1000 m².

Por otra parte, si se analiza de manera específica el consumo de energía eléctrica y gas en los edificios, esto representa un alto porcentaje en los costos operativos. Por lo tanto, para el caso de Los edificios con una superficie construida mayor a 1000m² determinan en gran medida la demanda máxima del sistema eléctrico y como consecuencia un costo operativo mayor. (CONUEE Edificios agosto, 2013)

Hoy en día, en buena parte del territorio nacional, el aire acondicionado tiene una implicación importante. El consumo energético del aire acondicionado origina la demanda pico del sistema. Por lo tanto, el aire acondicionado es el motor de nuevas necesidades de generación de energía (Ibídem).

De acuerdo a la CONUEE Las decisiones que se toman al diseñar edificios tienen efectos por muchos años. El diseño de los edificios es determinante en la calidad de vida de las personas, en la productividad, en la competitividad de la economía. Es por ello que se debe invertir en los edificios estableciendo controles operacionales que ayuden a mejorar la eficiencia energética en las edificaciones (Ibídem).

Es importante tener en cuenta que desde que se planea la construcción de un edificio, puede ser diseñado para operar con una mayor eficiencia energética. Si se consideran costos/beneficios que podrían generar los controles operacionales que se implementen.

Según la CONUEE en un estudio realizado en el 2005 el número de inmuebles catalogados como “Oficinas” representaba el 14.67% del consumo de energía eléctrica del sector servicios con una totalidad de 8,000 oficinas quienes demandaban un consumo anual de 3,700 Gwh. (UNEP-SBCI, 2009)

El sector terciario tiene un crecimiento importante como usuario de electricidad. Los servicios tienen un peso cada vez mayor en la economía y sus necesidades energéticas están determinadas principalmente por el clima (aire acondicionado).

Según Comisión Federal de Electricidad durante el periodo de 1988 al 2012 el peso relativo en consumo de energía incremento un 10% en la mediana industria, la cual, es catalogada por CFE como tarifa OM (Tarifa ordinaria para servicio general en media tensión, con demanda menor a 100 kW), HM (Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o más) y HMC (Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o más, para corta utilización). (Comision Federal de Electricidad, 2017); El incremento del consumo energético tiene un impacto en el costo operativo de las empresas.

Es importante mencionar que los edificios con más de 1000 m² de construcción como lo son los que conforman el Centro Nacional de Control Energía, están dentro de la tarifa OM, por lo tanto, representan un consumo considerable en la demanda de energía del país.

De la misma manera, es creciente el consumo de energía para el confort en México. Por lo tanto, crecen las necesidades y las dimensiones de las edificaciones, en el contexto de los espacios donde se realizan las actividades económicas.

Se ha ampliado la actividad del sector: almacenes, oficinas, escuelas, hospitales, hoteles, bancos y restaurantes; se crean nuevos centros de actividad económica en regiones de clima cálido con vivienda asociada.

De acuerdo al reporte de Sustainable Buildings and Climate Initiative -United Nations Development Programme (2013), la estimación de las emisiones de CO₂ en México por el sector residencial tiene un aumento exponencial del año 2006 de 75,000 a 500,000 KTon CO₂ al año 2050; lo cual representa un aumento del 6.7% veces más en los próximos 44 años. (SBCI-UNDP, 2013)

Por su Parte el informe de la United Nations Environment Programme and Sustainable Buildings and Climate Initiative (2009), refiere que con la implementación de políticas para reducir los impactos ambientales de los edificios se podría lograr reducir el crecimiento de las emisiones de CO₂ equivalente del sector residencial en un 63% con respecto a la línea base proyectada a 2050; además en el sector comercial podría reducirse considerablemente la intensidad energética entre un 60% y 75%. (UNEP-SBCI, 2009)

De acuerdo al informe Empresa Líder en el sector eléctrico español (ENDESA) que refiere al Comportamiento Energético de las Empresas Españolas 2017, de las cuales un 85% pertenece a los sectores de la hostelería, comercio, industrial y agrario, y del que se desprende que el 82% de las pymes de este país no han desarrollado medidas de eficiencia energética. El sector terciario es el que presenta mayor potencial de ahorro, ya que un 56% de las empresas analizadas en el estudio podría tener un ahorro superior al 20% de su consumo aplicando medidas de eficiencia energética. (ENDESA S.A., 2017).

Con lo anterior se demuestra que las aplicaciones de herramientas de eficiencia energética en países desarrollados como España estas no se encuentran implementados, y se tiene un amplio margen de mejora.

Por otra parte, la posición geográfica de México, predomina el clima cálido. Existen regiones del territorio nacional, particularmente la zona norte y las regiones montañosas, donde estacionalmente se presentan bajas temperaturas. Esto significa que, en la mayoría de su territorio, los espacios construidos tienen que integrar, en algún sentido, elementos que favorezcan el confort de sus ocupantes. El centro de

gravedad del consumo de electricidad se ha movido hacia zonas de clima cálido. En el norte predomina el clima cálido seco: Ciudad Juárez, Hermosillo, Torreón, Mexicali y Monterrey; En el Golfo de México y el Caribe, el clima cálido húmedo: Cancún, Mérida, Veracruz y Villahermosa. En la Costa del Pacífico, el clima cálido seco: Acapulco, Lázaro Cárdenas, Manzanillo y Mazatlán. (CONUEE Edificios agosto, 2013)

New Buildings Institute (2012), considera que Las mejores prácticas en el diseño y la iluminación pueden contribuir a ahorrar hasta al menos un 40 % del uso total de energía del edificio, en cambio las malas prácticas pueden ocasionar un aumento del 90% de consumo energético. Cuando se agregan los efectos de la selección del sistema de climatización, las mejores prácticas de diseño pueden resultar en 50 % de ahorro y las peores prácticas conducen a un aumento de 60 y hasta 210 %, dependiendo del clima. (New Buildings Institute, 2012)

No diseñar adecuadamente la envolvente de un edificio le cuesta a quien lo usa hasta \$100 por cada m² por año. Por 50 kWh/m²-año de consumo adicional de electricidad, esto representa 1 millón de pesos al año para un edificio de 10 mil m²; 30 millones de pesos adicionales en la vida útil. (Ibídem)

1.2 Problema de investigación

El edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste está ubicada en la ciudad de Hermosillo Sonora; cuenta con 2755 m² de construcción con una exposición a temperaturas extremas por lo cual se tienen altos consumos de energía.

La facturación anual de energía eléctrica que se tiene registro en el último año antes de la implementación del aislamiento térmico es de \$1,810,536.00 durante el periodo de octubre del 2012 a septiembre del 2013; donde el mes de junio del 2013 representó el consumo más elevado de 106,149 kWh, equivalente a un gasto de \$169,105. (CFEACTIVA, 2017)

En del 2011 la normativa de uso eficiente de los recursos eficiencia energética se actualizó en cuanto a los requisitos que deben cumplir los nuevos inmuebles de la

administración pública federal. Esta normativa describe que deben contar con controles operacionales como aislamiento del edificio. (NOM-020-ENER-2011, 2011)

La problemática a analizar es que por normatividad se debe de implementar estrategias de reducción de consumo energético, sumado a las políticas de austeridad emitidas por el gobierno federal, esto nos dice que por ser un organismo gubernamental debe acatar los lineamientos que involucra reducir el consumo de energía y disminuir el gasto generado.

Actualmente en la situación que se encuentran los edificios del Centro Nacional de Control de Energía es de un alto consumo de energía eléctrica por la alta capacidad instalada de aires acondicionados, los cuales pueden mejorar la eficiencia adaptando la infraestructura del edificio con la finalidad de que su operación sea lo más eficiente posible, disminuyendo así las pérdidas de energía.

Los edificios que integran el Centro Nacional de Control de Energía no se encuentran obligados acatar la normativa en envolvente térmico (NOM-020-ENER-2011) ya que no son edificaciones nuevas; sin embargo, es importante determinar la factibilidad económica de la implementación de la herramienta de envolvente térmico para beneficio del confort y reducción del gasto de la Administración Pública Federal.

1.3- Pregunta de investigación

¿Cuál es la reducción del consumo de energía eléctrica en el edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste utilizando como herramienta de eficiencia energética la implementación del aislamiento térmico?

1.4 Objetivo general

Analizar el consumo de energía eléctrica antes y después de implementar la herramienta de aislamiento térmico en el edificio de la sede de la Gerencia Regional de Control Noroeste, con la finalidad de realizar la implementación en los centros de trabajo establecidos en clima cálido pertenecientes al Centro Nacional de Control de Energía.

1.4.1 Objetivos específicos

1. Conocer los consumos de energía eléctrica del edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste.
2. Determinar los costos de implementación de los controles operacionales que ayuden a minimizar el consumo de energía eléctrica en la Gerencia de Control Regional Noroeste.
3. Analizar el costo beneficio de la implementación del aislamiento térmico.
4. Elaborar propuesta de implementación de aislamiento térmico, dirigida a los edificios con clima cálido mayores a 1000 m² de construcción centros de trabajo del Centro Nacional de Control de Energía.

1.5 Hipótesis

La implementación de aislamiento térmico como herramienta de eficiencia energética reduce el consumo de energía eléctrica al menos en un 10% al año y su tasa de retorno es menor a 10 años.

Variable independiente:

Implementación de aislamiento térmico

Variable dependiente:

Consumo de energía.

1.6 Justificación.

La implementación de controles operacionales como aislamiento térmico, cambio de luminarias y aires acondicionados, además de reforzar controles de toma de conciencia del uso de los recursos que coadyuvan a la reducción del consumo de energía eléctrica, representan un ahorro económico significativo y además sin dejar a un lado la contribución de miles de toneladas de CO₂ que se evitan al no consumir la energía por el parque de generación. Es importante reconocer que estas acciones contribuyen de manera directa a fortalecer a la institución como una empresa

socialmente responsable contribuyendo en las tres esferas que representan el desarrollo sustentable la cuestión económica, social y el medio ambiente.

En la escala política existe un área de oportunidad importante. Se tiene una percepción del personal que labora Comisión Federal de Electricidad en cuanto al derroche de uso de energía en sus hogares. Al implementar aislamiento se demuestra el compromiso de la empresa y de los trabajadores para ser más rentables, disminuyendo los costos de energía eléctrica en el edificio y el compromiso en el cuidado del medio ambiente.

Beneficios de un edificio eficiente

- Aumento en el confort y productividad de los trabajadores.
- Reducción en el pago de facturas por consumo de energéticos.
- Mayor disponibilidad de efectivo en la vida útil de los inmuebles.
- Más capacidad de pago de hipotecas.
- Mayor vida útil de los edificios, tasas más bajas de desgaste y ciclos más largos de reacondicionamiento y reparación.
- Mayor valor de reventa.

Realizar el análisis comparativo de aislamiento térmico como estrategia de eficiencia energética y disminución de costos facturación, es importante determinar su factibilidad para la implementación en centros de trabajo que se ubican en clima cálido que pertenecen al Centro Nacional de Control de Energía.

1.7 delimitaciones.

Este estudio se realizará en el edificio de la Sede de la Gerencia de Control Regional Noroeste y tiene la finalidad de utilizarse como piloto para implementarse en los edificios del Centro Nacional de Control de Energía que tengan más de 1000 m² de construcción.

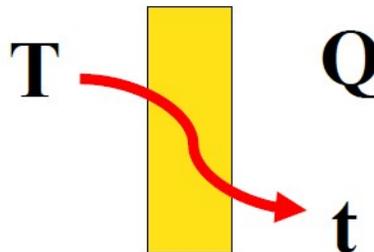
CAPITULO II.- FUNDAMENTOS CONCEPTUALES Y MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se analizan los principales conceptos teóricos de aislamientos térmicos para edificaciones, características, sus beneficios, tipos de aislamientos, experiencias nacionales e internacionales en su implementación, eficiencia energética e indicadores de costos en la reducción del consumo de energía eléctrica.

1.1. Aislamiento térmico

Definición

En norma mexicana NMX-C-460 se define como la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor por conducción y se evalúan por la resistencia térmica que tiene, lo que es lo mismo, por la capacidad de aislar térmicamente. (DOF, 2009)



Según revista especializada, un aislante térmico es un material que está caracterizado principalmente por su alta resistencia térmica y además es utilizado en las construcciones (ARQHYS, 2017).

Las características del aislamiento térmico son las siguientes.

- Están constituidos en su mayor parte por aire: los aislantes contienen más del 90% de su volumen en aire.
- El aire está constreñido por sólidos que forman pequeñísimos espacios, y le impiden su movimiento.
- Los sólidos no son metálicos
- Son cuerpos opacos.
- Deben ser opacos para impedir el paso de calor por radiación.
- Deben ser ligeros.
- Hoy en día, los aislantes se distinguen por ser más eficientes.
- Resistencia a la intemperie
- Resistencia mecánica
- Barrera al vapor
- Características acústicas
- Auto extingüibles o ser resistentes al fuego

(Falcón, 2010)

2.2.-Beneficios del aislamiento térmico.

De acuerdo a revista especializada, existen dos tipos de beneficios en el aislamiento térmico.

Beneficio a la población

Uno de los beneficios más importantes que se tienen por incorporar los criterios de arquitectura bioclimática y el aislamiento térmico en la vivienda es, sin lugar a dudas, el confort de sus ocupantes. Sus ocupantes obtienen un mejor nivel de vida y de descanso gracias a una temperatura interior controlada. En comunidades donde las viviendas tienen un diseño y construcción térmicamente eficientes (temperatura de confort cercana a 24 grados centígrados), se disfruta de un nivel de vida más alto.

Beneficios económicos.

- ✓ El uso de una envolvente térmica eficiente se traduce en beneficios económicos tanto para la familia usuaria, como para el país y el medio ambiente. Lo anterior se traduce en el confort ante climas adversos.
- ✓ La instalación de aislamiento en techos y muros reduce la necesidad de refrigeración entre 27 y 38 por ciento. Esto beneficia al rendimiento de los equipos de aire acondicionado en el tiempo de vida útil.
- ✓ Los ahorros permiten recuperar la inversión en un lapso de 2.2 y 2.7 años. El retorno de la inversión muy rápida y los beneficios durables.
- ✓ El ahorro total dependerá de la zona térmica donde se ubique la vivienda, en general, entre más extremo sea el clima, los beneficios económicos de una eficiente envolvente térmica serán mayores. Es importante determinar los centros de trabajo del CENACE que se ubican en climas cálidos.
- ✓ Varios estudios independientes indican que el promedio del retorno de inversión oscila entre 1 y 3 años¹, Lo anterior considera el ahorro directo al usuario y al país por recursos no destinados al subsidio de tarifas eléctricas de verano.

¹ Balwant (1987)

Como ejemplo se puede considerar una vivienda de interés social con una superficie de techo de 50 m², con el valor mínimo de resistencia térmica recomendado por la norma NMXC-460:

$$\text{“R”} = 1.40 \text{ m}^2\text{K/W (8 ft}^2 \text{ °F hr/BTU)}$$

Con este nivel mínimo de resistencia térmica (“R”), y tomando en cuenta que en las zonas térmicas extremas del país todos necesitan, o al menos aspiran a instalar medios mecánicos de acondicionamiento, los ahorros potenciales consisten principalmente en la eliminación (en algunos casos) de la necesidad de equipo de acondicionamiento de aire o (en todos los casos) en la reducción de la capacidad del equipo necesario de refrigeración y, por lo tanto, en una disminución de la inversión en equipo y el consecuente ahorro en el consumo de electricidad que puede ser hasta de un 38%. (Falcón, 2010)

¿Qué significa el valor “R”?

El valor R es una medida de retraso de aislamiento de la pérdida de calor, bajo condiciones de prueba especificadas. El principal modo de transmisión de calor, impedido por el aislamiento, es la convección, pero inevitablemente, también impide la pérdida de calor por los tres modos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación. (ARQHYS R. , 2012)

Según Villegas (2009), el valor R con el que debe cumplir una vivienda está asociado a la zona térmica donde aquella se ubique. Por ello es importante entender qué es una zona térmica o climática y cómo se determina el valor R. Una zona climática es una región con un clima similar, y el principal factor para determinarla es la temperatura. En el mundo existen diversos sistemas para determinar las zonas climáticas; el de Köppen es el más conocido y está basado en la temperatura y la precipitación pluvial; sin embargo, requiere de series de datos de los cuales se carece en nuestro país. (Villegas, 2009)

“Otra metodología es la establecida de acuerdo con la norma ASHRAE-90.1 y el International Energy Conservation Code 2004, que establecen las zonas climáticas con base en grados-día (GD), temperaturas promedio mensuales y la precipitación pluvial. Un grado día es una medida de la necesidad de enfriamiento o calefacción. En particular, los GD están definidos como la diferencia algebraica, expresada en grados, entre la temperatura media de un día determinado y una temperatura de referencia” (Villegas, 2009).

Para propósitos de definir la zona climática se manejan los grados día² de calefacción (GDC) referidos a 18 °C (65 °F) y de refrigeración (GDR) a 10 °C (50 °F). (Villegas, 2009).

Para determinar la calidad aislante “R” debemos conocer lo que se describe a continuación y comprender los modos de transferencia de calor como conducción, convección y radiación

Primero, es necesario entender el valor “U”, el cual presenta las siguientes características:

- ✓ El valor “U” es un término usado para describir la cantidad de calor o frío que pasa a través de un cuerpo o elemento constructivo, tal como un muro o techo.
- ✓ Cuanto menor sea el valor “U”, menos energía se pierde y el mejor con estas características es el aislamiento térmico; para explicar lo anterior un muro con un valor de **$U=0.3\text{W/m}^2\text{K}$** es dos veces mejor aislamiento que un muro con un valor **$U=0.6\text{W/m}^2\text{K}$** .
- ✓ **U** es una medida de la capacidad para retardar el flujo de calor.
- ✓ **R** es el recíproco del Valor “U” o “C” (Conductancia)

² Los grados de un período determinado de tiempo (una semana, un mes, etc.) son la suma, para todos los días de ese período de tiempo, de la diferencia entre una temperatura fija o base de los Grados día (16, 18, 20, 22, 25°C) y la temperatura media del día. Cuando esa temperatura media diaria sea inferior a la temperatura base, obtendremos los Grados día de calentamiento. (Rodríguez, 2013)

$$R = 1/U \text{ o } 1/C$$

- ✓ Dado un material de conductividad térmica "k",
- ✓ Su Conductancia es igual a k / e , donde,

e = espesor del aislamiento

- ✓ Su Resistencia térmica "R" es la inversa de "C", por tanto, **$R = e / k$**

Lo anterior nos permite determinar que el valor de resistencia térmica depende del nivel de conductividad y el espesor del material.

2.3.- Tipos de aislamiento térmico

Un aislante térmico es un material que está caracterizado principalmente por su alta resistencia térmica y además es utilizado en las construcciones.

Según Humberto Falcón, el principal beneficio que busca con el aislamiento térmico es el confort de los ocupantes de las viviendas, por lo anterior conlleva a que se presenten beneficios potenciales económicos para la sociedad. (Falcón, 2010). También es importante señalar los beneficios ambientales.

Los ahorros permiten una recuperación de inversión entre 2.2 y 2.7 años. Se puede lograr una reducción en el consumo anual en más de 1000 KWh por vivienda de interés social. El ahorro total dependerá de la zona térmica donde se ubique la vivienda, pero en general, entre más extremo sea el clima, los beneficios económicos de una eficiente envolvente térmica serán mayores. (Ibídem);

Todos los materiales oponen resistencia, en mayor o menor medida al paso del calor a través de ellos. Algunos muy escasa como los metales, otros una resistencia media como es el caso de los materiales de construcción (yesos, ladrillos, morteros, entre otros). (Flores, 2011).

Por lo tanto, aislante térmico es aquel material usado en la construcción y caracterizado por su alta resistencia térmica. El material aislante establece una barrera al paso del calor entre dos medios que naturalmente tenderían a igualarse en temperatura. (Ibídem)

Por esta razón se utilizan como aislamiento térmico materiales porosos o fibrosos como las lanas minerales (lana de roca o de vidrio), poliestireno expandido, poliestireno extruido, espuma de poliuretano, corcho, entre otros. (Ibídem)

Uno de los documentos del CTE (Código Técnico de Edificación) especifica el aislamiento mínimo necesario para protegernos de las oscilaciones térmicas, dependiendo este dato de la zona climática. (Ibídem)

Según Ángel Flores (2010), atendiendo al tipo de material con el que se pretenda aislar podemos distinguir:

- Poliestireno extruido
- Poliestireno expandido
- Lanas minerales:
- Lana de roca
- Lana de roca proyectada (Mortero tecwool)
- Lana de vidrio
- Poliuretano
- Eco aislamiento

El Poliestireno extruido (XPS)

Es un aislante duradero, resistente al agua, de elevadas prestaciones mecánicas y no se pudre. Colocado sobre la impermeabilización (cubierta invertida) además de aislar protege la lámina impermeable, mejora la durabilidad de ésta. (Flores, 2011)



Ilustración 2.1- El Poliestireno extruido (XPS)

Uso recomendado para cubiertas planas tanto en edificaciones residenciales como industriales, en este caso para edificaciones como los correspondientes a los centros de trabajo del Centro Nacional de Control de Energía.



Ilustración 2.2.- detalle de colocación poliestireno extruido (EXP).

El poliestireno expandido (EPS):

Material plástico espumado, derivado del poliestireno. Por su versatilidad y facilidad de conformado, además de sus excelentes cualidades y propiedades, el poliestireno expandido presenta un amplio abanico de aplicaciones.

En el sector de la construcción es conocido como corcho blanco o techopan y se utiliza como material de aligeramiento y aislamiento térmico. Puede tener gran variedad de espesores, con densidades que oscilan los 10 y 25 kg/m³ y una conductividad térmica entre 0,06 y 0,03 W/m°C., aunque esto solo sirven de referencia, pues dependiendo del fabricante estos parámetros pueden ser mayores o menores.



Ilustración 2.3.- El poliestireno expandido (EPS)

(Flores, 2011)

El extruido es más utilizado en aislamiento de cubiertas y suelos mientras que el expandido se utiliza para tabiques no para fachadas.

Láminas minerales

Material flexible de fibras inorgánicas constituido por un entrelazado de filamentos de materiales pétreos que forman un fieltro que contiene y mantiene el aire en estado inmóvil. Esta estructura permite conseguir productos muy ligeros con alto nivel de protección y aislamiento térmico, acústica y contra el fuego. (Ibídem)

Es un producto natural compuesto básicamente con arena silícea para la lana de vidrio, y con roca basáltica para la lana de roca.



Ilustración 2.4.- Laminas minerales

La lana mineral tiene un amplio uso y es un producto reconocido como buen aislante acústico y térmico. Proporciona una importante ganancia de aislamiento acústico de los elementos constructivos a los que se incorpora, obteniendo una reducción sonora notable.

Lana de roca

Los paneles de lana de roca están compuestos en un 98 % de roca de origen volcánico (basalto) y un 2% de ligante orgánico.

Se obtiene fundiendo la roca a altas temperaturas, sometiéndole a movimiento para fibrarla y aplicando aglomerantes y aceites impermeables del que se obtiene un colchón que es comprimido y dimensionado, transformándolos en paneles, fieltros, mantas, entre otros.

Los productos de lana de roca no retienen el agua, poseen una estructura no capilar, además de ofrecer una fuerte permeabilidad al vapor de agua y, además, gracias a su disposición multidireccional, aporta a los elementos constructivos una notable capacidad de aumentar el nivel de aislamiento acústico.



Ilustración 2.5.- Lana de roca

Lana de roca proyectada (mortero tecwool)

Flores refiere que este aislamiento se compone por mortero, mezcla de lana de roca y cemento blanco, este aislante es proyectado, sin puentes térmicos, es incombustible y de una gran rapidez de aplicación. Concebido con una alta resistencia mecánica, además de sus cualidades como protección al fuego, aporta una excelente absorción acústica. Este producto no es tóxico, no contiene yeso, ni escayola, tampoco contiene cal ni emite gases tóxicos. El material es imputrescible, esto refiere a que la mezcla permite que la lana de roca proyectada no se degrade. (Flores, 2011)



Ilustración 2.6.- Lana de roca proyectada (mortero tecwool)

Es importante señalar que este tipo de aislamiento, tiene su mayor campo de aplicación en construcciones de nuevas debido a que no ocupan de un acabado específico en la superficie donde se instalará y regularmente se aplica por dentro de las construcciones.

Lana de vidrio

Flores (2010), refiere a la lana de vidrio como un producto de origen natural, mineral, inorgánico, compuesto por un entrelazado de filamentos de vidrio aglutinados mediante una resina ignífuga. Los paneles de lana de vidrio están compuestos principalmente por arena de sílice y carbonato de calcio y de magnesio que le confiere resistencia a la humedad, la cual se obtiene por un proceso similar a la lana de roca (altas temperaturas, movimiento para fibrarla y aceites y resinas para estabilizarla).



Ilustración 2.7.- Lana de vidrio

Se suministra en forma de mantas y paneles, con diferentes recubrimientos o sin ellos, lo que permite todo tipo de usos específicos en edificación residencial e industrial.

Poliuretano

Es un producto, cuya composición básica es el petróleo y el azúcar, permite la formación de una espuma rígida ligera con más del 90 % de las celdas cerradas y con buen coeficiente de conductividad térmica (muy aislante).

Como características de este producto está la rigidez estructural, la gran adherencia sobre cualquier superficie, amortigua vibraciones, no absorbe humedad ambiental y la relación precio capacidad aislante es muy buena.

Ha sido el producto más empleado como aislamiento en los últimos años, si bien está sufriendo un descenso en su utilización debido principalmente al alto grado de combustión del mismo que hace que se esté sustituyendo por otros productos como las lanas minerales que, teniendo una capacidad de aislamiento similar, son ignífugas.



Ilustración 2.8.- Poliuretano

Eco-aislamiento

Con aislamiento ecológico nos queremos referir a productos que además de ofrecer buenos resultados en acústica y térmica, sean sanos, naturales, 100% reciclables, donde todo su análisis de Ciclo de Vida (ACV) sea respetuoso con el medio ambiente.



Ilustración 2.9.- Eco-aislamiento

Existen numerosos productos naturales que por sus características y proceso de transformación son respetuosos con el medioambiente, como por ejemplo aquellos aislantes cuya base es corcho, cáñamo, lana, lino...(Flores, 2011)

2.4.- Experiencias internacionales en el uso del aislante térmico.

Los estudios de Ecofys VII (Estudio contratado por la Agencia Internacional de Energía) ofrecen una perspectiva clara sobre los requisitos que deben establecerse respecto al valor "R" y que, en base a un análisis de costo óptimo y una perspectiva del cambio climático, deben cumplir los edificios residenciales existentes y nuevos, y que actualmente no se encuentran en un nivel óptimo de costo-beneficio.

Las nuevas recomendaciones de valores "U" para los edificios residenciales existentes y nuevos son idénticas.

Las normas que deben ser establecidas para las ciudades de toda Europa para procurar este cumplimiento, incluyen desde luego, el uso de aislamiento térmico.

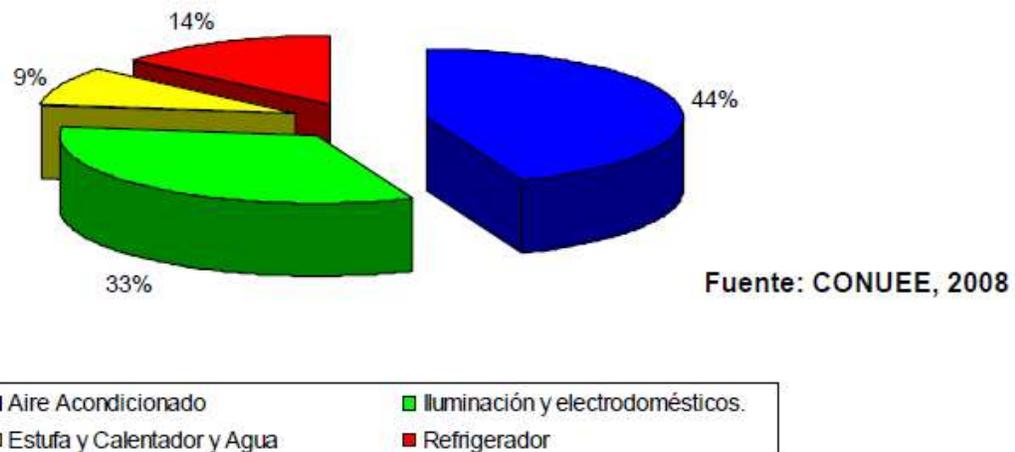
El impacto del aislamiento térmico puede abatir dramáticamente la reducción de la demanda de energía en la refrigeración y la calefacción (EcofysVII, 2007)

2.5.- Experiencias nacionales.

A la fecha no se tienen datos concretos, sólo estimaciones de la cantidad de edificaciones aisladas, y su repercusión en el ahorro de energía. Por lo anterior, sólo se presentará un panorama de los beneficios potenciales del aislamiento térmico:

- ✓ El sector vivienda en México representa el 25% del consumo total de energía eléctrica. De acuerdo a un estudio, la Secretaría de Energía ("SENER") estima que el crecimiento en el consumo de este sector, en los siguientes 10 años será del 45%.
- ✓ En viviendas que utilizan aire acondicionado este consumo se incrementa significativamente llegando a ser hasta un 44% del total por el uso de estos equipos (Falcón, 2010).

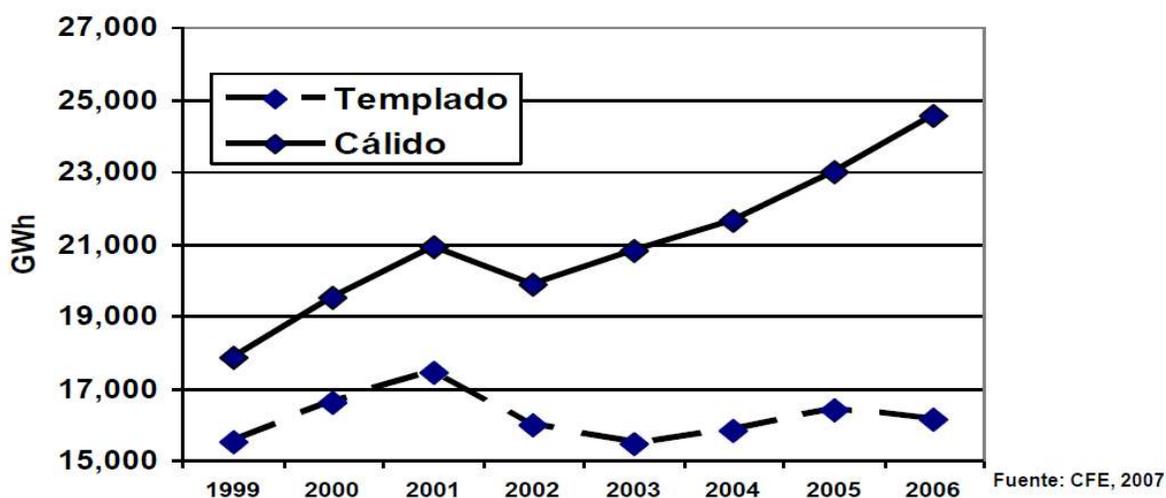
Gráfica 2.1.- Consumo de energía eléctrica en vivienda



Con respecto a la gráfica 5, podemos observar que 44% de la facturación en vivienda es por la utilización de aire acondicionado, lo que nos lleva a analizar que la implementación de envolventes térmicos para las edificaciones mejora la eficiencia de operación de los equipos de aire acondicionado.

De acuerdo a la Comisión Federal de Electricidad (“CFE”), las viviendas ubicadas en zonas de clima cálido consumen en promedio cerca del doble de lo que consumen las viviendas ubicadas en zonas de clima templado. Estas zonas muestran un incremento notable en el consumo durante los últimos años, al acceder más usuarios a equipos de acondicionamiento de aire.

Gráfica 2.2- Consumo promedio de energía eléctrica en las viviendas de México, 1988-2006



La gráfica 2.2.- nos demuestra que en el clima cálido la demanda de energía eléctrica en las viviendas a aumentado aproximadamente un 30% de 1999 al 2006, por lo contrario, en clima templado se mantiene con poca variación.

Un ejemplo de esto es el “FIPATERM” (Fideicomiso para Aislamiento Térmico), que en Mexicali remodeló los techos de casi 100,000 casas, instalando aislamiento térmico en los mismos.

Esta inversión se recuperó en 2.5 años en promedio sólo con el ahorro derivado de la disminución en el pago por consumo de energía eléctrica⁸.

El aislamiento térmico es la tecnología existente más económica, de eficiencia comprobada y sustentable (la energía más barata es la no utilizada).

Es importante recalcar que difícilmente existe en la edificación otra eco-tecnología que contribuya en esta medida a cumplir los compromisos de disminución de Gases de Efecto Invernadero (GEI) adquiridos por el Gobierno Mexicano.

Mientras otros países han optado por incrementar los requerimientos mínimos de resistencia térmica en la envolvente de sus viviendas como la alternativa más viable y económica, México apenas empieza a identificarlos beneficios de este tipo de iniciativas (Falcón, 2010).

2.6.- Tarifas eléctrica H-MC.

Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o más, para corta utilización.

Esta tarifa se aplica a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión en las regiones Baja California y Noroeste, con una demanda de 100 kilowatts o más, y que por las características de utilización de su demanda soliciten inscribirse en este servicio, el cual tendrá vigencia mínima de un año.

Tabla 2.1.- Cargos por la demanda facturable, por la energía de punta, por la energía intermedia y por la energía de base (julio 2017).

REGIÓN	CARGO POR KILOWATT DE DEMANDA FACTURABLE	CARGO POR KILOWATT - HORA DE ENERGÍA DE PUNTA	CARGO POR KILOWATT - HORA DE ENERGÍA INTERMEDIA	CARGO POR KILOWATT - HORA DE ENERGÍA DE BASE
Noroeste	\$125.69	\$1.87	\$1.58	\$1.21

El importe que resulta de aplicar el cargo por kilowatt de demanda facturable al 10% (diez por ciento) de la demanda contratada. La demanda contratada la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada, ni menor de 100 kilowatts o la capacidad del mayor motor o aparato instalado. En el caso de que el 60% (sesenta por ciento) de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 90% (noventa por ciento).

Para los efectos de la aplicación de esta tarifa, se utilizarán los horarios locales oficialmente establecidos. Por días festivos se entenderán aquellos de descanso obligatorio, establecidos en el artículo 74 de la Ley Federal del Trabajo, a excepción de la fracción IX, así como los que se establezcan por Acuerdo Presidencial.

Tabla 2.2.- Las temporadas del año se definen por región tarifaria de la siguiente manera.

REGIÓN	TEMPORADA	PERIODO
Noroeste	Verano	Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre.
	Invierno	Del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril.

Tabla 2.3.- Estos periodos se definen a cada una de las regiones tarifarias para las distintas temporadas del año (temporada de verano)

DÍA DE LA SEMANA	BASE	INTERMEDIO	PUNTA
Lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
Sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
Domingo y festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	

Tabla 2.4.- Estos periodos se definen a cada una de las regiones tarifarias para las distintas temporadas del año (temporada de invierno)

DÍA DE LA SEMANA	BASE	INTERMEDIO	PUNTA
Lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
Sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
Domingo y festivo	0:00 - 18:00	21:00 - 24:00	

La Demanda Facturable se define como se establece a continuación:

$$DF = DP + FRI \times \max(DI - DP, 0) + FRB \times \max(DB - DPI, 0)$$

Donde:

DP es la Demanda Máxima Medida en el Periodo de Punta

DI es la Demanda Máxima Medida en el Periodo Intermedio

DB es la Demanda Máxima Medida en el Periodo de Base

DPI es la Demanda Máxima Medida en los Periodos de Punta e Intermedio

FRI y FRB son factores de reducción que tendrán los siguientes valores dependiendo de la región tarifaria:

Tabla 2.5.- Valores de factores de reducción FRI y FRB según región.

Región	FRI	FRB
Baja California	0.141	0.070
Noroeste	0.300	0.150

En la fórmula que define la Demanda Facturable, el símbolo "max" significa máximo, es decir, que cuando la diferencia de demandas entre paréntesis sea negativa, ésta tomará el valor cero.

Las Demandas Máximas Medidas en los distintos periodos se determinarán mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 (quince) minutos del periodo en el cual

el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 (quince) minutos en el periodo correspondiente.

Cualquier fracción de kilowatt de demanda facturable se tomará como kilowatt completo.

Cuando el usuario mantenga durante 12 meses consecutivos valores de DP, DI y DB inferiores a 100 kilowatts, podrá solicitar al suministrador su incorporación a la tarifa O-M.

Energía de Punta es la energía consumida durante el Periodo de Punta. Energía Intermedia es la energía consumida durante el Periodo Intermedio. Energía de Base es la energía consumida durante el Periodo de Base (Comision Federal de Electricidad, 2017).

2.7 Eficiencia Energética

Definición y ámbito de la eficiencia energética:

Según World Energy Council, es la reducción de la energía utilizada para un determinado servicio (calefacción, iluminación, etc.) o nivel de actividad. La reducción en el consumo se asocia a cambios tecnológicos (factores técnicos) o como el resultado de una mejor gestión y organización que conlleve a cambios de comportamiento (factores no técnicos). (World Energy Council, 2010)

Lo anterior refiere a que las necesidades de la población son cada día más demandantes a cerca del confort y el aumento de la población a nivel mundial requiere que los elementos que nos ofrecen un servicio sean eficientes en su funcionamiento ya que estas acciones derivan en un ahorro significativo tanto económico como ambiental.

¿Por qué es la eficiencia energética un tema importante?

Los objetivos del Protocolo de Kyoto para los países de la OCDE y las limitaciones en la seguridad energética para los países importadores, han aumentado la importancia dada a las políticas de eficiencia energética. En los países en desarrollo, además de aliviar la carga financiera de las importaciones de petróleo. Tras el fuerte aumento de los precios del petróleo entre 2003 y 2008 (más del triple desde 29 hasta 97 dólares EE.UU. / barril para el Brent), el costo de las importaciones de petróleo se ha disparado, con graves consecuencias para el crecimiento económico de los países más pobres).

¿En qué se diferencian el ahorro energético y la eficiencia energética?

El ahorro energético y la eficiencia energética se definen como el acto de efectuar un “gasto de energía menor del habitual”, es decir, consiste en reducir el consumo de energía mediante actuaciones concretas, pero manteniendo el mismo nivel de confort.

El ahorro energético conlleva un cambio en los hábitos de consumo; en ocasiones bastaría con eliminar los hábitos que despilfarran energía. Ahorro energético es, por ejemplo, apagar las luces al salir de una habitación; la luz encendida en una habitación vacía no produce ningún beneficio y, sin embargo, está consumiendo energía.

La eficiencia energética es el hecho de minimizar la cantidad de energía necesaria para satisfacer la demanda sin afectar a su calidad; supone la sustitución de un equipo por otro que, con las mismas prestaciones, consuma menos electricidad. No supone, por tanto, cambios en los hábitos de consumo (el comportamiento del usuario sigue siendo el mismo), pero se consume menos energía ya que el consumo energético para llevar a cabo el mismo servicio es menor. (Instituto Tecnológico de Canarias, S.A., 2008)

Por lo anterior podemos determinar que es importante considerar al momento de equipar un inmueble debemos adquirir equipos que sean eficientes en su desempeño para ofrecer confort al usuario, por otra parte, es necesario cambiar hábitos en el uso

de los equipos instalados con la finalidad de disfrutar los ahorros energéticos por el uso adecuado y no desperdiciar energía.

La mejora de la eficiencia energética de un edificio puede dar lugar a ganancias en la productividad de los trabajadores, además de generar ahorros en costos de energía. Los gastos en salarios son generalmente una alta proporción de los costos de una entidad comercial (New Buildings Institute, 2012)

El departamento de energía de Estados Unidos y Rocky Mountain Institute, refiere que, en un edificio grande de oficinas, la electricidad normalmente cuesta \$US 15/m² y representa el 85% de la factura total de energía en comparación, los trabajadores de oficina cuestan \$ 1300/m² - 72 veces más que los costos de energía. Por lo tanto, un aumento de 1 % en la productividad puede compensar casi todo el costo energético anual de una empresa (JOSEPH J. ROMM and WILLIAM D. BROWNING , 1998).

Lo anterior representa evidencia de que al implementar herramientas de eficiencia energética ayuda no solo ayuda a reducir el costo de facturación de energía eléctrica sino también aumenta la productividad por e los empleados al tener un entorno adecuado por el uso del aire acondicionado.

¿Porque pueden ser diseñados y operados con mucho mayor eficiencia energética?

El Palacio Legislativo de San Lázaro en el Distrito Federal cuenta con 10 edificios que tienen un área de construcción de poco más de 155,000 m² el área de oficinas y recinto es superior a los 100,000 m²; la sala de sesiones tiene una capacidad para dos mil personas. La facturación eléctrica promedio del palacio legislativo es de \$1.6 millones de pesos al mes y referente al consumo de energía mensual promedio es de 858,100 kWh. Un análisis simple hecho por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía estima que se puede reducir a la mitad el consumo de energía modernizando los sistemas de iluminación y aire acondicionado con medidas que se pagan en períodos de uno a cinco años. (CONUEE, 2013)

Tania Mijares García, directora general de ALENER (Alianza por la Eficiencia Energética); comenta que en cuanto a la NOM-020-ENER-2011, publicada en el 2012, aún no se exige su aplicación y cumplimiento al 100 por ciento. Por el momento se está participando en grupos de trabajo que la Secretaría de Energía ha estado convocando y organizando, donde desarrolladores de vivienda, la Secretaría del Medio Ambiente (SEMARNAT), todo el sector de vivienda (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano – SEDATU, Infonavit, etc.), la Cámara Americana de la Industria y del Comercio, la Cámara Nacional de la Industria de Promoción y Desarrollo de Vivienda (CANADEVI), entre otras varias, estamos tratando de encontrar la mejor forma de aplicación de esta norma. (García, 2017)

Por lo anterior al no tener una exigencia por parte de organismos de vigilancia del cumplimiento de la NOM-020-ENER-2011, es importante demostrar mediante un análisis comparativo de medición del consumo de energía eléctrica en el edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste que la aplicación del aislamiento térmico como herramienta de eficiencia energética es viable para la reducción de costos en las edificaciones mayores a 1000 m².

Por otra parte, si se analiza de manera específica el consumo de energía eléctrica y gas en los edificios, esto representa un alto porcentaje en los costos operativos. Por lo tanto, para el caso de Los edificios con una superficie construida mayor a 1000m² determinan en gran medida la demanda máxima del sistema eléctrico y como consecuencia un costo operativo mayor. (CONUEE Edificios agosto, 2013)

Hoy en día, en buena parte del territorio nacional, el aire acondicionado tiene una implicación importante. El consumo energético del aire acondicionado origina la demanda pico del sistema. Por lo tanto, el aire acondicionado es el motor de nuevas necesidades de generación de energía. (CONUEE Edificios agosto, 2013)

De acuerdo a la CONUEE Las decisiones que se toman al diseñar edificios tienen efectos por muchos años. El diseño de los edificios es determinante en la calidad de vida de las personas, en la productividad, en la competitividad de la economía. Es por

ello que se debe invertir en los edificios estableciendo controles operacionales que ayuden a mejorar la eficiencia energética en las edificaciones. fuente: (CONUEE Edificios agosto, 2013)

Es importante tener en cuenta que desde que se planea la construcción de un edificio, puede ser diseñado para operar con una mayor eficiencia energética. Si se consideran costos/beneficios que podrían generar los controles operacionales que se implementen.

El sector servicios ha estado subestimado como usuario de energía en los balances nacionales. Buena parte de los usuarios del sector servicios son categorizados como mediana industria. Solo se considera como del sector servicios a los usuarios en baja tensión (tarifas 2 y 3). Sin embargo, los edificios comerciales grandes operan en media tensión en tarifas OM (Tarifa ordinaria para servicio general en media tensión con demanda mayor a 10KW y menor a 100 KW) y HM (Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 KW o más), las cuales se consideran mediana industria para Comisión Federal de Electricidad. (CONUEE Edificios agosto, 2013)

Tabla 2.6.- Consumo energía eléctrica en inmuebles en México (2005).

Tipo de inmueble	No. de inmuebles	Consumo anual estimado de electricidad (GWh)	Porcentaje (%)
Hoteles	13,057	5,160	20.45
Tiendas de autoservicio	1,411	2,160	8.56
Tiendas departamentales	731	1,500	5.94
Restaurantes	9,720	3,900	15.46
Oficinas	8,000	3,700	14.67
Escuelas	156,385	4,800	19.03
Hospitales	21,208	4,000	15.87
Total	210,512	25,220	

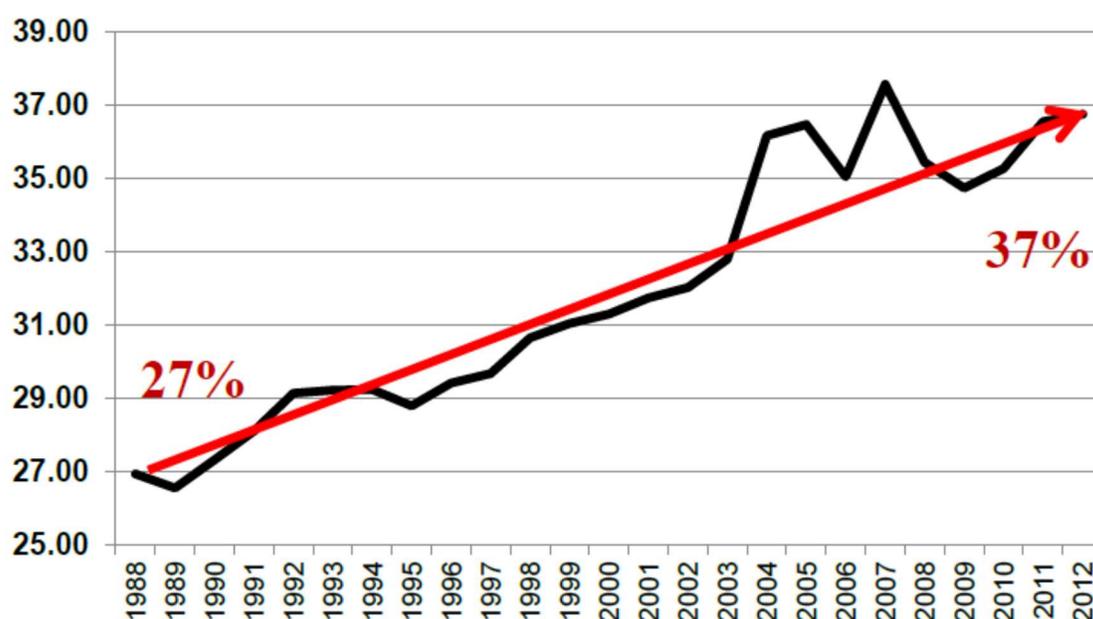
Fuente: (CONUEE Edificios agosto, 2013)

De acuerdo a los datos de la tabla 2.6, el sector terciario representado por los tipos de inmuebles descritos. Oficinas representa el 14.67% del consumo de energía eléctrica del sector servicios.

El sector terciario tiene un crecimiento importante como usuario de electricidad. Los servicios tienen un peso cada vez mayor en la economía y sus necesidades energéticas están determinadas principalmente por el clima (aire acondicionado).

Gráfica 2.3.- Consumo anual de la mediana industria nacional.

Fuente (CONUEE Edificios agosto, 2013)



De acuerdo a la gráfica 2.3, se observa que de 1988 al 2012 el peso relativo en consumo de energía incremento un 10% en la mediana industria, la cual, es catalogada por Comisión Federal de Electricidad como tarifa OM (Tarifa ordinaria para servicio general en media tensión, con demanda menor a 100 kW), HM (Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o más) y HMC (Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kw o más, para corta utilización). (Comision Federal de Electricidad, 2017)

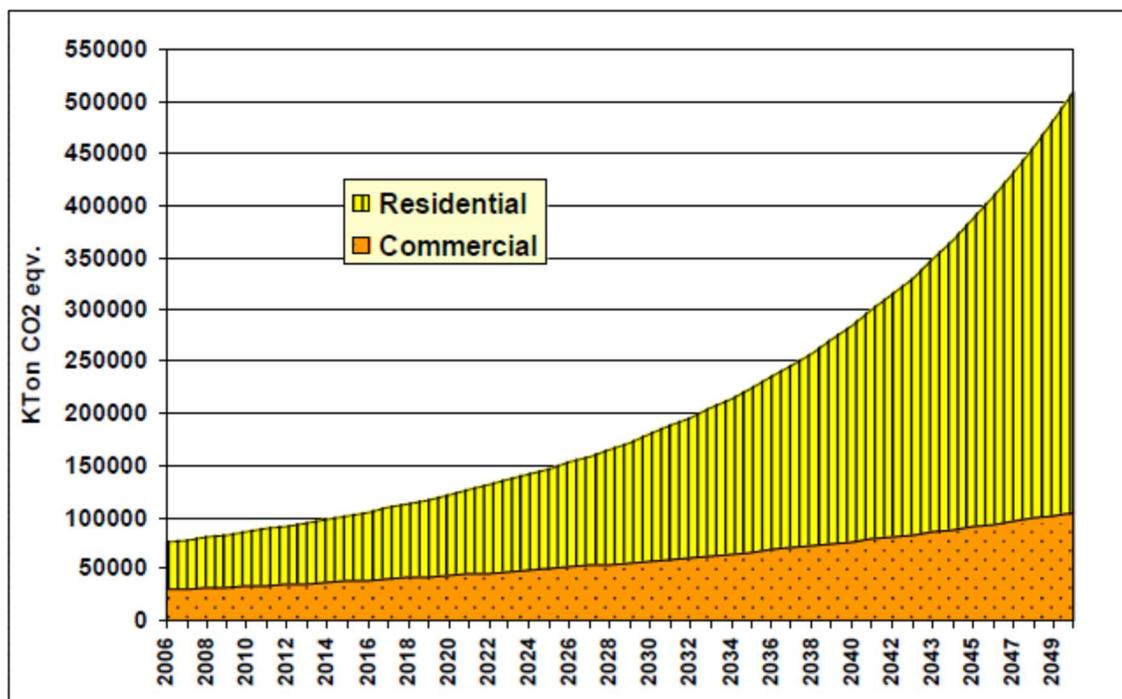
Es importante mencionar que los edificios con más de 1000 m² de construcción como lo son los que conforman el Centro Nacional de Control Energía, están dentro de la tarifa OM, por lo tanto, representan un consumo considerable en la demanda de energía del país.

De la misma manera, es creciente el consumo de energía para el confort en México. Por lo tanto, crecen las necesidades y las dimensiones de las edificaciones, en el contexto de los espacios donde se realizan las actividades económicas.

Se ha ampliado la actividad del sector: almacenes, oficinas, escuelas, hospitales, hoteles, bancos y restaurantes; se crean nuevos centros de actividad económica en regiones de clima cálido con vivienda asociada.

Gráfica 2.4.- Evolución estimada de emisiones por edificios a 2050.

Fuente: **(SBCI-UNDP, 2013)**



Según la gráfica 2.4, la estimación de las emisiones de CO2 en México por el sector residencial tiene un aumento exponencial del año 2006 de 75,000 a 500,000 KTon CO2 al año 2050; lo cual representa un aumento del 6.7% veces más en los próximos 44 años.

La UNEP-SBCI, por su parte, refiere que con la implementación de políticas para reducir los impactos ambientales de los edificios se podría lograr reducir el crecimiento de las emisiones de CO2 equivalente del sector residencial en un 63% con respecto a la línea base proyectada a 2050; además en el sector comercial podría reducirse considerablemente la intensidad energética entre un 60% y 75%. (UNEP-SBCI, 2009)

De acuerdo al informe ENDESA (Empresa líder en el sector eléctrico español) que refiere al Comportamiento Energético de las Empresas Españolas 2017, de las cuales un 85% pertenece a los sectores de la hostelería, comercio, industrial y agrario, y del que se desprende que el 82% de las pymes de este país no han puesto en marcha medidas de eficiencia energética. El sector terciario es el que presenta mayor potencial de ahorro, ya que un 56% de las empresas analizadas en el estudio podría tener un

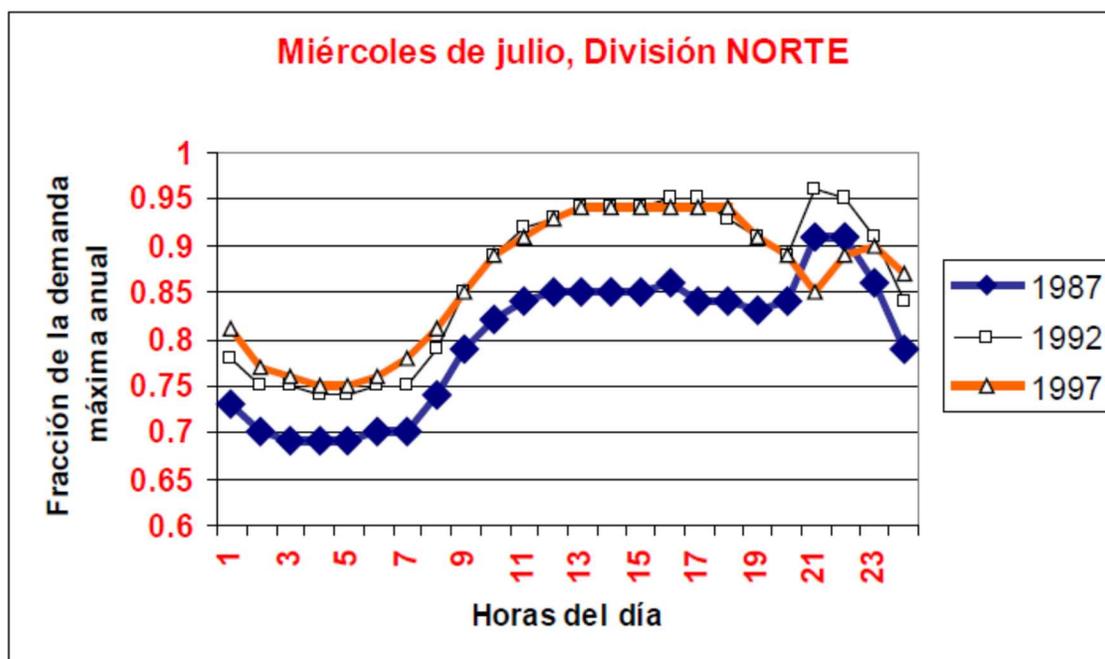
ahorro superior al 20% de su consumo aplicando medidas de eficiencia energética. (ENDESA S.A., 2017).

Con lo anterior se demuestra que las aplicaciones de herramientas de eficiencia energética en países desarrollados como España estas no se encuentran implementados, y se tiene un amplio margen de mejora.

Por otra parte, la posición geográfica de México, predomina el clima cálido. Existen regiones del territorio nacional, particularmente la zona norte y las regiones montañosas, donde estacionalmente se presentan bajas temperaturas. Esto significa que, en la mayoría de su territorio, los espacios construidos tienen que integrar, en algún sentido, elementos que favorezcan el confort de sus ocupantes. El centro de gravedad del consumo de electricidad se ha movido hacia zonas de clima cálido. En el norte predomina el clima cálido seco: Ciudad Juárez, Hermosillo, Torreón, Mexicali y Monterrey; En el Golfo de México y el Caribe, el clima cálido húmedo: Cancún, Mérida, Veracruz y Villahermosa. En la Costa del Pacífico, el clima cálido seco: Acapulco, Lázaro Cárdenas, Manzanillo y Mazatlán. (CONUEE Edificios agosto, 2013)

Gráfica 2.5.- El consumo de energía en un día caluroso de julio para los años 1987,1992 y 1997

Fuente: (CFE, 2005)



En la gráfica 2.5, se observa la fracción de la demanda máxima con respecto a las horas del día en un día del mes de julio. Si analizamos el grafico podemos observar a partir de las 7 horas empieza a incrementar el consumo de energía por escuelas, oficinas, comercios, entre otros; y alcanza un máximo a las 17 hrs, donde la llegada de la población a sus casas y enciende el clima; en tres años distintos el comportamiento es muy parecido, por lo que nos dice que el uso del clima hace que se incremente en gran medida por el uso del aire acondicionado en oficinas, comercios, escuelas, entre otros.

New Buildings Institute (2012), considera que Las mejores prácticas en el diseño y la iluminación pueden contribuir a ahorrar hasta al menos un 40 % del uso total de energía del edificio, en cambio las malas prácticas pueden ocasionar un aumento del 90% de consumo energético. Cuando se agregan los efectos de la selección del sistema de climatización, las mejores prácticas de diseño pueden resultar en 50 % de ahorro y las peores prácticas conducen a un aumento de 60 y hasta 210 %, dependiendo del clima. (New Buildings Institute, 2012)

No diseñar adecuadamente la envolvente de un edificio tiene implicaciones ambientales. Casi una TonCO² por cada m² por año. (Nueve mil toneladas de CO² adicionales a la atmósfera para un edificio de 10,000 m² con una vida útil de 30 años y 50 kWh/m²-año de consumo adicional de electricidad). (New Buildings Institute, 2012)

No diseñar adecuadamente la envolvente de un edificio le cuesta a quien lo usa hasta \$100 por cada m² por año. Por 50 kWh/m²-año de consumo adicional de electricidad, esto representa 1 millón de pesos al año para un edificio de 10 mil m²; 30 millones de pesos adicionales en la vida útil. (New Buildings Institute, 2012)

Tomando en consideración lo antes expuesto, en el presente trabajo de investigación se realiza un análisis comparativo del comportamiento del consumo de energía eléctrica del edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste antes y después de la implementación del aislamiento térmico. Lo anterior con la finalidad de comprobar la hipótesis de la factibilidad de incorporar este mecanismo en los edificios pertenecientes al Centro Nacional de Control de Energía.

Los Indicadores Energía Eléctrica; de acuerdo a las disposiciones administrativas de carácter general en materia de eficiencia energética en los inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones industriales de la administración pública federal 2016, establece el Índice de consumo de energía eléctrica (ICEE): Es la relación entre el consumo total de energía eléctrica en un año expresado en kilowatts hora por año (kWh/año) y la superficie construida expresada en metros cuadrados (m²), expresado en kWh/m²año. (DOF, DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, 2016)

Lo anterior nos permite determinar que podemos medir la eficiencia energética de un edificio considerando los metros cuadrados de construcción, además refiere que por disposición oficial debemos de implementar medidas de reducción del consumo de energía eléctrica en los inmuebles de la Administración Pública Federal.

2.8.- Análisis económico.

El autor Fowler Newton(1999) en su obra Análisis de Estados Contables señala ...El análisis económico-financiero, es un conjunto de técnicas utilizadas para diagnosticar la situación o perspectiva de la empresa con el fin de poder tomar decisiones adecuadas...” (Fowler, 1999)

La estimación de la relación entre la inversión y por otra parte la cantidad de energía ahorrada puede aportar el número de años necesario para que la inversión se amortice, conociendo los valores del antes y después de la implementación del aislante térmico en el edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste.

Según la Asociación de Fabricantes de Morteros y SATE; el ahorro económico que supone adecuar las fachadas a las exigencias del código Técnico de Edificación (CTE) de la “envolvente térmica” es del orden del 20 %. Los edificios que deban ser rehabilitados deberán cumplir dichos requerimientos por lo que se prevé un desarrollo notable en el mercado de los Sistemas de Aislamiento Térmico (SATE) ya que una de sus características es precisamente el adaptarse a los edificios ya existentes. (ANFAPA, 2017).

Se deberá analizar el costo del materiales y mano de obra, los cuales ya se conocen antes y después de la implementación del aislamiento térmico, la relación entre inversión/amortización será la existente entre el coste estimado de la actuación y el ahorro de energía, siendo ésta el producto de dicho ahorro energético por la facturación de la energía empleada en el edificio de la Gerencia de Control Noroeste.

2.8.1.- Evaluación de la energía consumida.

La Comisión Federal de Electricidad por medio de la plataforma <http://cfectiva.cfe.gob.mx> genera la facturación del consumo de energía eléctrica del edificio. La información obtenida nos permite analizar el antes y después de la implementación del aislamiento. (CFEACTIVA, 2017).

La energía facturada se genera partir de un costo de producción el cual varía mes a mes de acuerdo al cálculo realizado por Comisión Federal de Electricidad. El precio se dependerá de los combustibles aunado al despacho económico y el parque de generación disponible.

Será necesario conocer el coste del material necesario y la puesta en obra de la intervención planteada. Conocido éste, la relación entre inversión/amortización será la existente entre el coste estimado de la actuación y el ahorro de energía, en €/m², siendo ésta el producto de dicho ahorro energético por el precio de la energía empleada en la climatización de la vivienda, local o edificio.

2.8.2.- Inversión y ahorro de energía

Cristina Iglesias Placed, comenta que la estimación de la relación entre la inversión y la cantidad de energía ahorrada puede aportar el número de años necesario para que la inversión se amortice, suponiendo unas variables constantes a lo largo de los años, o determinar el espesor de aislamiento más rentable en función de un horizonte económico y de unas tasas de inflación previstas. (Iglesias, 2014)

Al analizar el consumo de energía se realizará un comparativo en dos periodos los cuales comprenden antes del aislamiento térmico de octubre del 2012 a septiembre 2013 y el periodo ya implementado el aislamiento térmico, el cual comprende de octubre del 2013 a septiembre del 2014, esto con la finalidad de analizar el ahorro obtenido de la implementación.

2.8.3.- Rentabilidad de la inversión

Para poder valorar el ahorro energético debemos plantearnos primero el costo de la energía y la posible tendencia de crecimiento durante los próximos años sobre los que vamos a estudiar la amortización. Lógicamente, entre más años comprenda la viabilidad del estudio mayor incertidumbre tendremos sobre la línea de crecimiento energético. (Ibídem)

En este estudio se determina el comparativo entre dos años, antes y después de la implementación del aislamiento térmico, su vida útil comprende una durabilidad de un largo tiempo, garantizado por 20 años con una correcta instalación. En este análisis se determinarán los ahorros obtenidos en los doce meses comprendidos en el estudio comparativo.

De acuerdo a la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público se realiza la licitación pública para realizar la obra de aislamiento térmico de la Gerencia de Control Regional Noroeste. Procedimiento en el cual se determina según la ley el proveedor que cumpla las especificaciones requeridas y con el costo más económico. (LEY DE ADQUISICIONES, 2014)

Por lo anterior, es necesario cuantificar los costos de materiales y mano de obra necesarios para la implementación del aislamiento térmico, lo que permitirá obtener el tiempo de retorno de la inversión considerando los ahorros obtenidos por la implementación del aislamiento térmico.

Para el determinar el beneficio económico se determinan las variables de investigación las cuales son el costo de la implementación de la obra civil del aislamiento térmico y conocer el consumo de energía eléctrica del edificio antes y después de la implementación.

Con la finalidad de cuantificar el beneficio se contemplarán dos indicadores, los cuales determinarán el retorno de la inversión en tiempo determinado y el porcentaje de ahorro de energía eléctrica resultante de la implementación del aislamiento térmico.

CAPITULO III.- MÉTODO Y MATERIALES

3.1.- Descripción del método.

Se tomó la decisión de optar por el método de investigación inferencial o deductiva, derivado a que la estadística inferencial se preocupa de llegar a conclusiones basados en la muestra y luego hacerlos válidos para toda la población.

El estudio a realizar es un análisis comparativo del comportamiento del consumo de energía eléctrica del edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste antes y después de la implementación del aislamiento térmico. Lo anterior con la finalidad de comprobar la hipótesis de la factibilidad de incorporar este mecanismo en los edificios pertenecientes al Centro Nacional de Control de Energía.

3.2.- La población objeto de la investigación

La población a investigar es finita ya que está delimitada y conocemos los datos que la integran. La subdirección del CENACE se compone de 10 centros de trabajo que sobrepasan los 1000 m² de construcción. Los cuales se ubican en las siguientes ciudades de la República Mexicana.

- Gerencia de Control Regional Baja California; Mexicali Baja California.
- Gerencia de Control Regional Noroeste; Hermosillo, Sonora.
- Gerencia de Control Regional Norte; Torreón, Coahuila.
- Gerencia de Control Regional Occidental; Guadalajara, Jalisco.
- Gerencia de Control Regional Oriental; Puebla, Puebla.
- Centro de Control Alterno; Puebla, Puebla.
- Gerencia de Control Regional Noreste; Monterrey, Nuevo León.
- Gerencia de Control Regional Central; México Distrito Federal
- Centro Nacional de Control de Energía; México Distrito Federal.
- Gerencia de Control Regional Peninsular; Mérida, Yucatán.

3.3.- Procedimiento de selección de la muestra.

Para la obtención de la muestra se consideran instalaciones que presenten temperaturas mayores a los 40°C. Lo anterior se determina debido a que este tipo de instalaciones presentan una mayor área de oportunidad por aislamiento térmico. Consecuentemente se consideran los siguientes cinco centros de trabajo.

- 1) Gerencia de Control Regional Baja California; Mexicali Baja California.
- 2) Gerencia de Control Regional Noroeste; Hermosillo, Sonora.
- 3) Gerencia de Control Regional Norte; Torreón, Coahuila.
- 4) Gerencia de Control Regional Noreste; Monterrey, Nuevo León.
- 5) Gerencia de Control Regional Peninsular; Mérida, Yucatán.

De las anteriores opciones se determinó realizar el estudio de los efectos de ahorro de energía eléctrica en la Gerencia de Control Regional Noroeste, ya que es el único centro de trabajo que recientemente terminó su implementación en octubre del 2013.

Para llevar a cabo la recolección de los datos que demuestren el impacto de reducción del consumo de energía eléctrica en la Gerencia de Control Regional Noroeste se consideran dos periodos comparativos. El primero refiere antes de la implementación del aislamiento térmico de octubre del 2012 a septiembre del 2013 y el segundo periodo de octubre del 2013 a septiembre del 2014 con la finalidad de determinar la reducción del consumo.

Tabla 3.1.- Formato de datos de consumo de energía eléctrica del edificio de la Gerencia de Control Noroeste

MES	2012 a 2013 (Sin aislamiento)		Facturación 2013 a 2014 (Con aislamiento)		Ahorro con aislamiento térmico		Porcentaje de ahorro
	Consumo de energía (kWh)	Facturación	Consumo de energía (kWh)	Facturación	Consumo de energía (kWh)	Facturación	
OCTUBRE	0	\$	0	\$	0	\$	0.00%
NOVIEMBRE	0	\$	0	\$	0	\$	0.00%
DICIEMBRE	0	\$	0	\$	0	\$	0.00%
ENERO	0	\$	0	\$	0	\$	0.00%
FEBRERO	0	\$	0	\$	0	\$	0.00%
MARZO	0	\$	0	\$	0	\$	0.00%
ABRIL	0	\$	0	\$	0	\$	0.00%
MAYO	0	\$	0	\$	0	\$	0.00%
JUNIO	0	\$	0	\$	0	\$	0.00%
JULIO	0	\$	0	\$	0	\$	0.00%
AGOSTO	0	\$	0	\$	0	\$	0.00%
SEPTIEMBRE	0	\$	0	\$	0	\$	0.00%

Fuente: Elaboración propia con CFE

La tabla 3.1, es el formato en el cual se ingresarán los datos que permitirán analizar la facturación de energía sin aislamiento térmico en el periodo correspondiente a octubre 2012 a septiembre de 2013 comparado con la facturación ya implementado el aislamiento térmico en el periodo comprendido de octubre 2013 a septiembre 2014.

3.4.- Tipos de instrumentos a utilizar.

Recopilación de información:

- ✓ Para la obtención de los consumos de energía eléctrica se emplearan bases de datos actualizadas utilizando la plataforma: <http://cfectiva.cfe.gob.mx> siguiendo los siguientes pasos:

Ilustración 3.1.- Paso 1, Acceso con el número de servicio contratado ante la CFE.

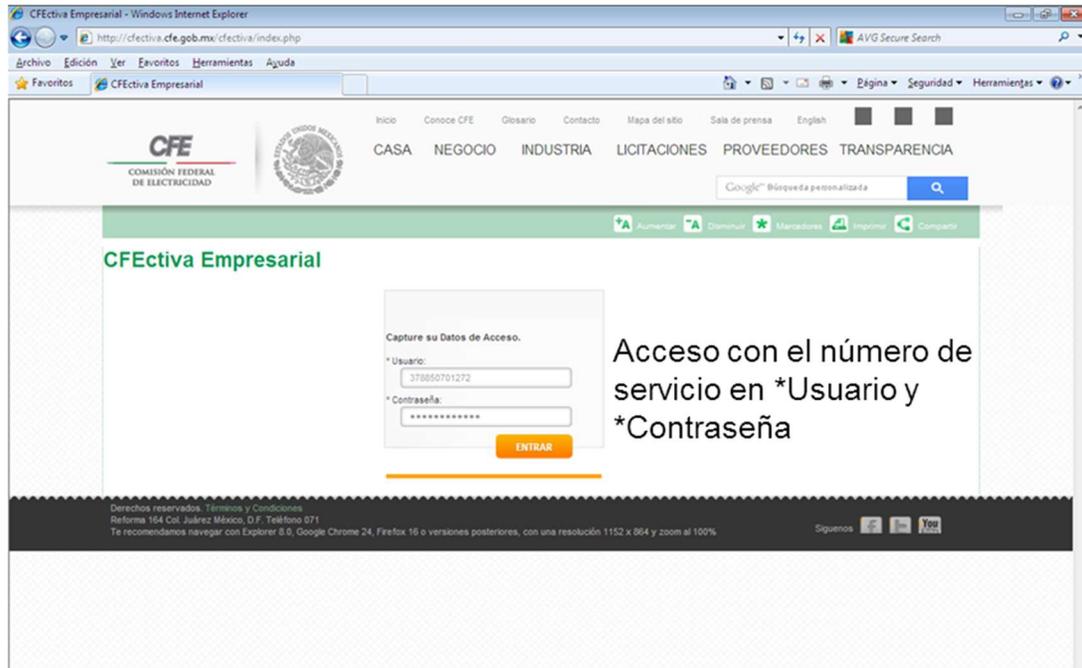


Ilustración 3.2.- Paso 2, Se selecciona Costo total Vs Consumo

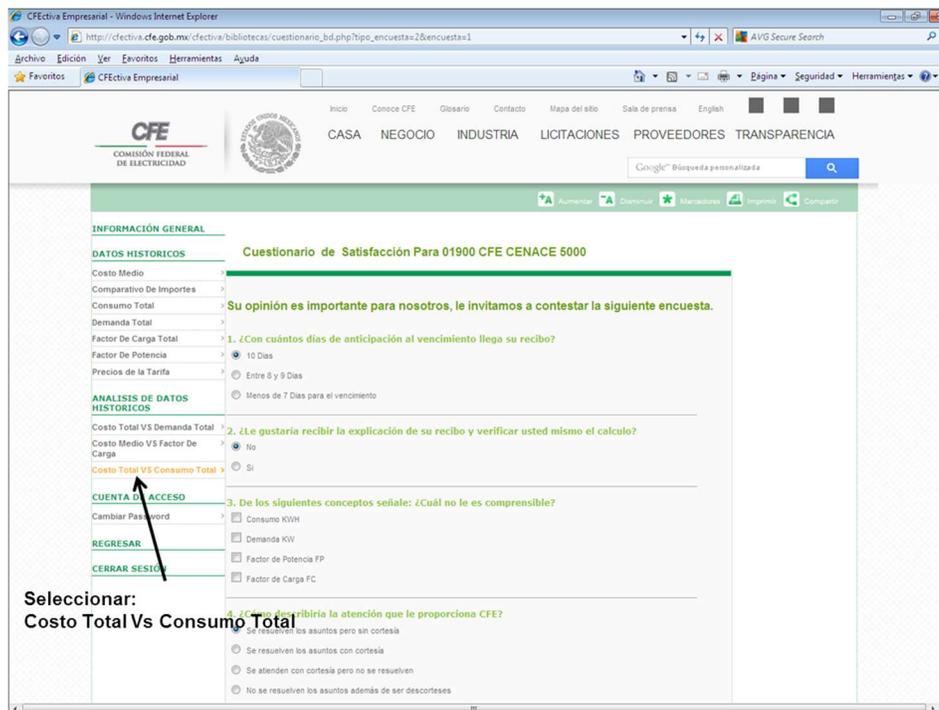


Ilustración 3.3.- Paso 3, seleccionar la fecha inicial del periodo a consultar.



Ilustración 3.4.- Paso 4, seleccionar la fecha final y a consultar.

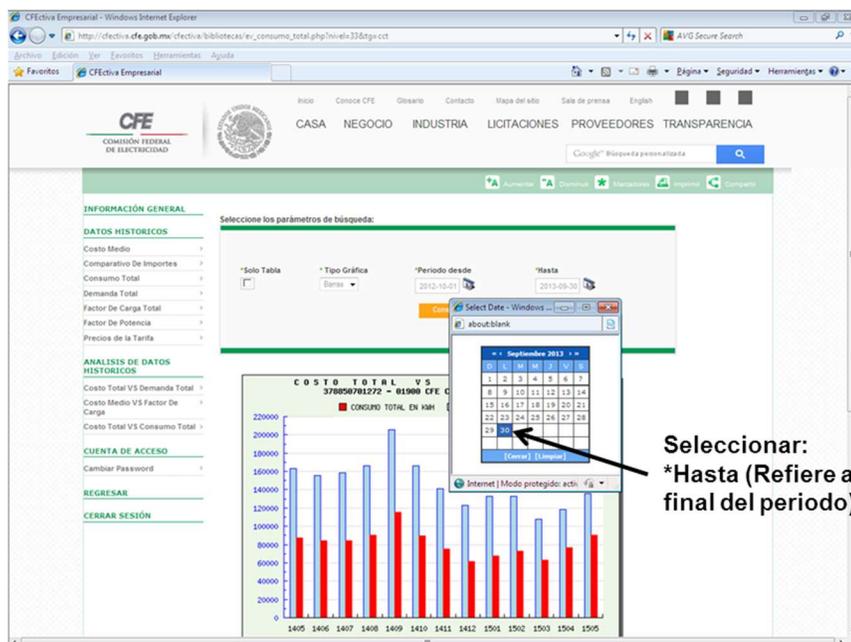
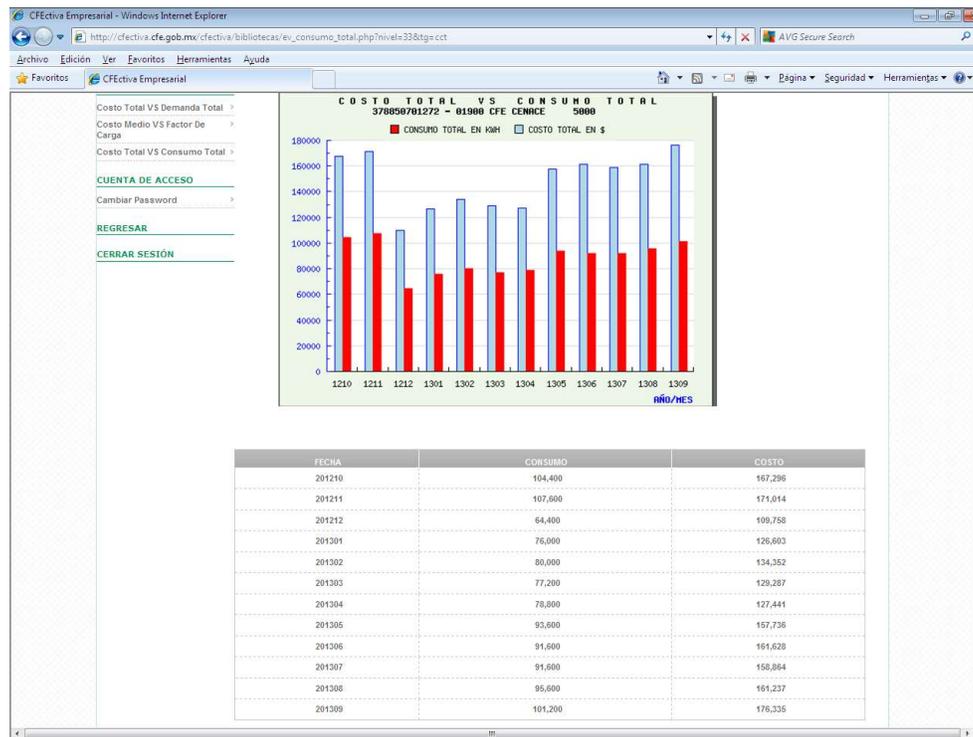


Ilustración 3.5.- Paso 5, despliegue de la información solicitada.



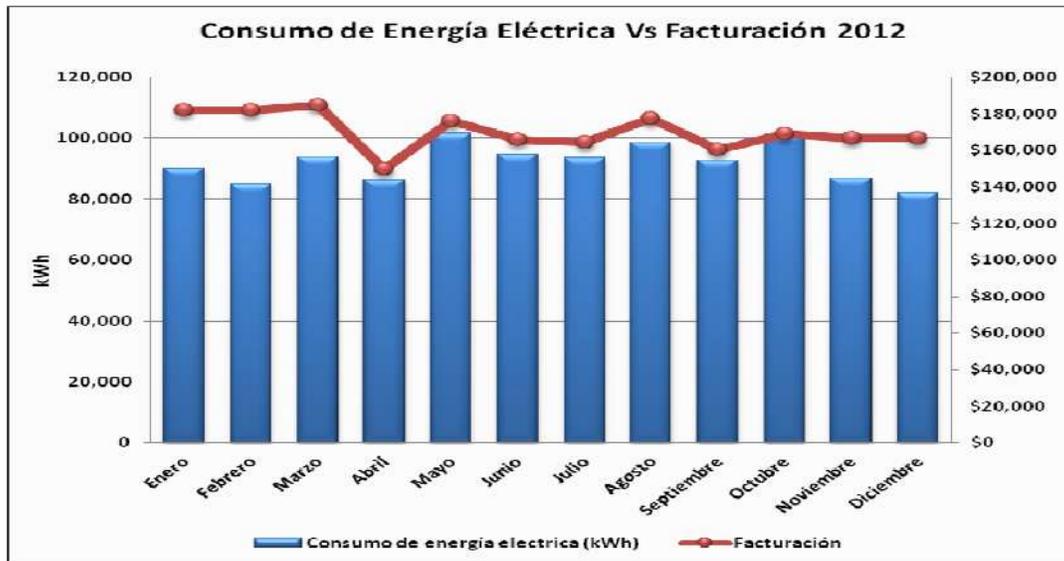
- ✓ Especificaciones de obra para la “Rehabilitación de fachadas con Aislamiento térmico exterior en edificio la Gerencia de Control regional Noroeste”.

Cuadro comparativo de costos unitarios en la licitación invitación a cuando menos tres participantes para la adjudicación de obra “Rehabilitación de fachadas con aislamiento térmico exterior en edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste”.

Organización de los datos en tablas por medio de Excel.

El análisis de comportamiento se realizará por medio de graficas de cuadro combinado, la cual se toma de referencia la guía para la elaboración de un diagnostico energético. Publicado por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE, 2013).

Gráfica 3.1.- Gráfico según CONUEE (Análisis consumo energía vs facturación)



La gráfica 3.1, muestra un ejemplo según guía para la elaboración de un diagnóstico energético la cual debe ser utilizada para ser analizadas y para explicar el comportamiento del inmueble en cuanto al consumo de energía eléctrica (kWh) y facturación.

Para determinar el material a utilizar como aislamiento en el edificio de la Gerencia Regional de Control Noroeste, se tomó en cuenta la resistencia a la humedad, valor "R" de conductividad térmica, versátil (manejar, cortar e instalar) y comportamiento a temperaturas extremas.

Debido a sus excelentes propiedades, FOAMULAR® es utilizado en una gran diversidad de aplicaciones; se adapta a todos los sistemas constructivos de muros, techos y pisos. Es compatible: - Con sistemas de construcción tradicional de muros de block o ladrillo, muros de concreto y muros de bastidores metálicos o de madera. - Su uso en pisos y bajo losas de concreto es excelente. - En sistemas de techos de

concreto y metálicos, con sistemas de impermeabilización o debajo de acabados, por ejemplo, tejas de barro. - También con sistemas de cubiertas metálicas compuestas o sencillas. - Por lo tanto, debe ser considerado para aislar térmicamente: viviendas, bodegas y naves industriales, centros comerciales, restaurantes y hoteles, hospitales y laboratorios, frigoríficos y transportes refrigerados, así como también para naves de confinamiento de animales, principalmente aves y cerdos, en el sector agropecuario. (Corning, 2013)

Por lo anterior, se determinó utilizar un aislamiento térmico (FOAMULAR®) de espuma rígida de poliestireno extruido en paneles. El cual tiene una superficie lisa y una estructura de celdas cerradas con paredes que se inter adhieren unas con otras sin dejar huecos, eso facilita la instalación en las paredes del edificio de la Gerencia de Control Noroeste.

Con la finalidad de realizar la licitación a cuando menos tres proveedores participantes y se para que propongan los precios unitarios descritos en el siguiente formato:

Tabla 3.2.- Formato de cuadro comparativo de costos unitarios para la licitación



COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS UNITARIOS

ÁREA EVALUADORA : ÁREA DE CONTROL NOROESTE

Nº DE LICITACIÓN :

OBRA : REHABILITACIÓN DE FACHADA CON AISLAMIENTO TÉRMO EXTERIOR EN EDIFICIO DEL ÁREA DE CONTROL NOROESTE.

No.	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	Proveedor 1				Proveedor 2				Proveedor 3				PROMEDIO DEL COSTO DIRECTO
				C.D.	VALOR IMPORTE	% PARTICIP. DEL C.D.	DESVIACION RESPECTO AL PROMEDIO	C.D.	VALOR IMPORTE	% PARTICIP. DEL C.D.	DESVIACION RESPECTO AL PROMEDIO	C.D.	VALOR IMPORTE	% PARTICIP. DEL C.D.	DESVIACION RESPECTO AL PROMEDIO	
(A)	VALORES GENERALES															
(A.1)	FASAR															
(A.2)	FACTOR DE INDIRECTOS															
(A.3)	FACTOR DE FINANCIAMIENTO															
(A.4)	FACTOR DE UTILIDAD															
(A.5)	FACTOR INTEGRADO (Ind., Fin., y Util.)															
(A.6)	CARGOS ADICIONALES															
(B)	CONCEPTOS DE TRABAJO															
1	AISLAMIENTO TERMICO A BASE DE TABLEROS DE POLIESTIRENO EXTRUIDO TIPO FOAMULAR 250 R-10 DE 2" DE ESPESOR.															
2	AISLAMIENTO TERMICO A BASE DE TABLEROS DE POLIESTIRENO EXTRUIDO TIPO FOAMULAR 250 R-5 DE 1" DE ESPESOR.															
3	FLASHING DE LAMINA GALVANIZADA															
4	TENTURIZADO EN FACHADA															
5	PINTURA VINIL-ACRILICA.															
6	PINTURA ESMALTE METALICO ALQUIDALICO.															
(C)	COSTO DIRECTO															
(D)	COSTO INDIRECTO															
(E)	COSTO DE FINANCIAMIENTO															
(F)	UTILIDAD															
(G)	CARGOS ADICIONALES															
(H)	PRECIO DE VENTA CALCULADO															
(I)	PRECIO DE VENTA PROPUESTO															
(J)	DESV. PRECIO CALC./PROPUESTO															
(K)	LUGAR SIGUN IMPORTE PROPUESTO				1				2					3		
(L)	PERIODO DE EJECUCION				60 DIAS CALENDARIO				60 DIAS CALENDARIO					60 DIAS CALENDARIO		
	CALIFICACIÓN				SOLVENTE /NO SOLVENTE				SOLVENTE /NO SOLVENTE					SOLVENTE /NO SOLVENTE		

En la tabla 3.2, es un formato establecido por la empresa para cumplir los requerimientos legales aplicables en materia de adquisiciones, el cual nos indica los costos unitarios de cada uno de los conceptos solicitados bajo la licitación de rehabilitación de fachada con aislamiento térmico exterior en el edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste.

Tabla 3.3.- Formato de concentrado de resultados del cuadro comparativo de costos unitarios

	PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2	PROVEEDOR 3
PRECIO DE VENTA PROPUESTO	\$	\$	\$

	PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2	PROVEEDOR 3
C. DIRECTO	\$	\$	\$
C. INDIRECTO	\$	\$	\$
C. FINANCIAMIENTO	\$	\$	\$
C. UTILIDAD	\$	\$	\$
C. ADICIONALES	\$	\$	\$
	-	-	-

	PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2	PROVEEDOR 3
MATERIALES	\$	\$	\$
MANO DE OBRA	\$	\$	\$
MAQUINARIA	\$	\$	\$

	PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2	PROVEEDOR 3
ADMON. CENTRAL	\$	\$	\$
ADMON. CAMPO	\$	\$	\$
	-	-	-

En la tabla 3.3, se ingresan los datos de las propuestas económicas de cada uno de los proveedores interesados en la licitación. El precio de venta propuesto nos permitirá determinar el proveedor ganador tomando en cuenta la propuesta más económica.

Tabla 3.4.- Ahorro obtenido con aislamiento térmico en la GCRNO.

MES	2012 a 2013 (Sin aislamiento)		Facturación 2013 a 2014 (Con aislamiento)		Ahorro con aislamiento térmico		Porcentaje de ahorro
	Consumo de energía (kWh)	Facturación	Consumo de energía (kWh)	Facturación	Consumo de energía (kWh)	Facturación	
OCTUBRE - SEPTIEMBRE	0	\$	0	\$	0	\$	%

De acuerdo a la tabla 3.4, se integran los datos de facturación de energía eléctrica en el edificio de la Gerencia Regional Noroeste en dos años, de octubre del 2012 a septiembre 2013 (sin aislamiento térmico) y de octubre 2013 a septiembre 2014 (con aislamiento térmico), con la finalidad determinar la diferencia que nos arroja el ahorro obtenido y su porcentaje.

3.5.- Definición de variables e indicadores.

3.5.1.- Variables:

1. Costo de obra civil en la implementación del aislamiento térmico (Moneda Nacional).
2. Consumo de energía eléctrica mensual (Kwh) y facturación (Moneda nacional).

3.5.2.- Indicadores:

3.5.2.1.- Indicador de retorno de la inversión

La fórmula 1 se deriva del Precio de Venta Propuesto (PVP) de la licitación de invitación a cuando menos tres participantes, ahorro derivado de la implementación del aislamiento térmico (AA), el cual se determina por la diferencia de la facturación total en un lapso de un año antes y un año después de implementado el aislamiento.

Con lo anterior, poder determinar el número de años, meses y días del retorno de la inversión.

A continuación, se describe cada uno de los componentes de la fórmula 1:

PVP = Precio de Venta Propuesto

Mejor propuesta económica de proveedor (Licitación “invitación a cuando menos tres participantes).

AA = Ahorro con aislamiento térmico

$$AA = \text{Fact. oct. 12 a sep. 13} - \text{Fac. oct. 13 a sep. '14}$$

Fact. oct. '12 a sep. '13 (Sin aislamiento térmico)

Fact. oct. '13 a sep. '14 (Con aislamiento térmico)

NA = Número de años.

Número de años necesarios para cubrir la inversión de la obra de aislamiento con el ahorro de energía.

Formula 1: $PV - AA (NA) = 0$

$$NA = \frac{PV}{AA}$$

3.5.2.2.- Indicador de porcentaje de ahorro al implementar aislamiento térmico.

Con la finalidad de determina el porcentaje de ahorro de la implementación del aislamiento térmico, se requiere de conocer los datos de facturación antes de implementado el aislamiento (Periodo correspondiente a octubre 2012 a septiembre 2013) y el ahorro obtenido de la diferencia de la facturación antes y después del aislamiento (ver formula 1).

Formula 2:

$$\% = \frac{\text{Fact. oct. '12 a sep. '13 (Sin aislamiento térmico)}}{\text{Ahorro con aislamiento térmico}}$$

3.6.- Fuentes de información.

1. Especificación de obra para la “Rehabilitación de fachadas con Aislamiento térmico exterior en edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste”; proporcionada por la oficina de adquisiciones y obra pública de la Gerencia de Control Regional Noroeste.
2. Licitación N°: IO-018TOQ089-N14-2013, proporcionada por la oficina de adquisiciones y obra pública de la Gerencia de Control Regional Noroeste.
3. Los datos de los consumos de energía eléctrica se obtienen en la página de internet www.cfeactiva.cfe.gob.mx.

3.7.- Elementos de aceptación o rechazo de hipótesis.

El ahorro es \geq al 10% y el retorno de la inversión sea menor a 10 años.

CAPITULO IV.- DESARROLLO Y RESULTADOS

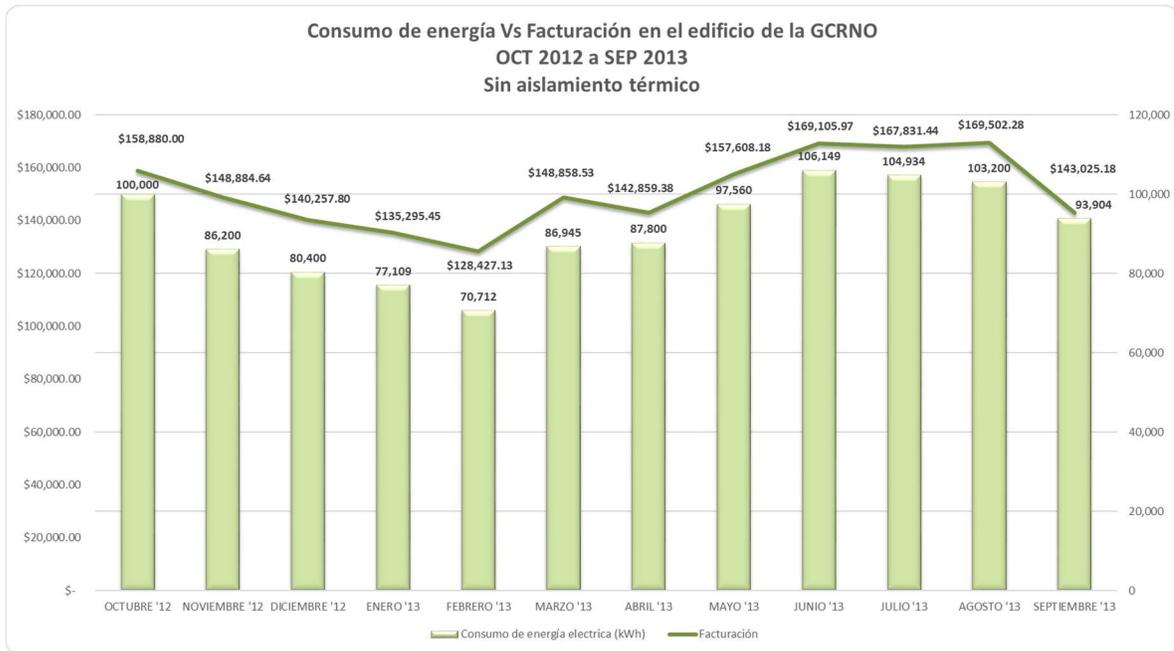
4.1 Principales Resultados

Tabla 4.1.- Resultado de consumos de energía eléctrica del edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste

MES	2012 a 2013 (Sin aislamiento)		Facturación 2013 a 2014 (Con aislamiento)		Ahorro con aislamiento térmico		Porcentaje de ahorro
	Consumo de energía (kWh)	Facturación	Consumo de energía (kWh)	Facturación	Consumo de energía (kWh)	Facturación	
OCTUBRE	100,000	\$ 158,880.00	85,545	\$ 135,913.90	14,455	\$ 22,966.10	14.46%
NOVIEMBRE	86,200	\$ 148,884.64	74,236	\$ 128,220.42	11,964	\$ 20,664.22	13.88%
DICIEMBRE	80,400	\$ 140,257.80	65,520	\$ 114,299.64	14,880	\$ 25,958.16	18.51%
ENERO	77,109	\$ 135,295.45	67,560	\$ 118,540.78	9,549	\$ 16,754.68	12.38%
FEBRERO	70,712	\$ 128,427.13	65,360	\$ 118,706.83	5,352	\$ 9,720.30	7.57%
MARZO	86,945	\$ 148,858.53	74,439	\$ 127,447.01	12,506	\$ 21,411.52	14.38%
ABRIL	87,800	\$ 142,859.38	74,884	\$ 121,843.76	12,916	\$ 21,015.62	14.71%
MAYO	97,560	\$ 157,608.18	76,840	\$ 124,135.02	20,720	\$ 33,473.16	21.24%
JUNIO	106,149	\$ 169,105.97	96,760	\$ 154,148.36	9,389	\$ 14,957.62	8.85%
JULIO	104,934	\$ 167,831.44	94,800	\$ 151,623.12	10,134	\$ 16,208.32	9.66%
AGOSTO	103,200	\$ 169,502.28	94,480	\$ 155,180.00	8,720	\$ 14,322.29	8.45%
SEPTIEMBRE	93,904	\$ 143,025.18	88,960	\$ 135,494.98	4,944	\$ 7,530.21	5.26%

La tabla 4.1, Permite analizar la facturación y consumo de energía eléctrica sin aislamiento térmico en el periodo correspondiente a octubre 2012 a septiembre de 2013 comparado con la facturación ya implementado el aislamiento térmico en el periodo comprendido de octubre 2013 a septiembre 2014, con la diferencia se determina el ahorro en cada uno de los meses.

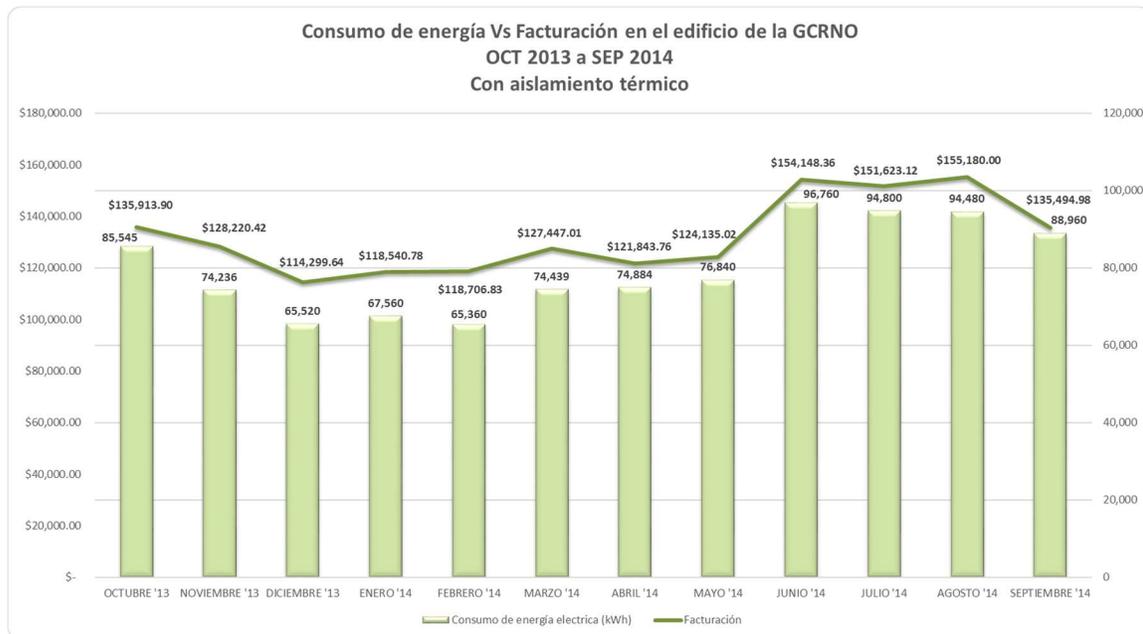
Gráfica 4.1.- Consumo de energía Vs Facturación en el edificio de la GCRNO antes del aislamiento.



Fuente: Autor con datos de CFE

En la gráfica 4.1, verifica los datos de facturación y consumos de energía del edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste del periodo octubre de 2012 a septiembre 2013, donde se observa que los meses de mayor consumo de junio – julio de 2013.

Gráfica 4.2.- Consumo de energía Vs Facturación en el edificio de la GCRNO después del aislamiento.



Fuente: Autor con datos de CFE

La gráfica 4.2; muestra el consumo de energía y facturación del edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste; al igual que el gráfico anterior se observa un aumento en la demanda en los meses con mayor calor; sin embargo, se muestra una disminución en cada uno de los meses; por ejemplo, en el mes de agosto fue una facturación de \$169,502 M.N. y en el mismo mes, pero ya implementado el aislamiento fue de \$155,180 M.N, un ahorro de \$14,322 en el mes de agosto.

Al realizar un comparativo entre los gráficos 4.1 y 4.2 podemos observar la disminución en kWh y facturación del consumo de energía eléctrica antes y después de la implementación del aislamiento térmico, utilizando la gráfica de análisis de facturación de energía eléctrica "Factura total vs Consumo total eléctrico" propuesta por la CONUEE. Esto nos arroja un ahorro significativo en cada uno de los meses.

Tabla 4.2.- Resultados del cuadro comparativo de los costos unitarios de la licitación.

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD																
CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS UNITARIOS																
ÁREA EVALUADORA : ÁREA DE CONTROL NOROESTE																
N° DE LICITACIÓN : IO-018TOQ089-N14-2013																
OBRA : REHABILITACIÓN DE FACHADA CON AISLAMIENTO TÉRMICO EXTERIOR EN EDIFICIO DEL ÁREA DE CONTROL NOROESTE																
No.	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	ESPOLSA			VINAMA				RIO				PROMEDIO DEL COSTO DIRECTO	
				C.D.	VALOR IMPORTE	% PARTICIP. DEL C.D.	DESVIACION RESPECTO AL PROMEDIO	C.D.	VALOR IMPORTE	% PARTICIP. DEL C.D.	DESVIACION RESPECTO AL PROMEDIO	C.D.	VALOR IMPORTE	% PARTICIP. DEL C.D.		DESVIACION RESPECTO AL PROMEDIO
(A) VALORES GENERALES																
(A.1)	FASAR				1.6631		0.9170		1.791559		0.9878		1.9865		1.0953	1.8137
(A.2)	FACTOR DE INDIRECTOS				1.1038		0.9475		1.1639		0.9991		1.2270		1.0533	1.1649
(A.3)	FACTOR DE FINANCIAMIENTO				1.0000		0.9930		1.0045		0.9975		1.0167		1.0096	1.0071
(A.4)	FACTOR DE UTILIDAD				1.0800		0.9878		1.0800		0.9878		1.1200		1.0244	1.0933
(A.5)	FACTOR INTEGRADO (Ind., Fin., y Util.)				1.19		0.9284		1.26		0.9834		1.40		1.0882	1.2840
(A.6)	CARGOS ADICIONALES				1.00503		1.0000		1.0050		1.0000		1.0050		1.0000	1.0050
(B) CONCEPTOS DE TRABAJO																
1	AISLAMIENTO TÉRMICO A BASE DE TABLEROS DE POLIESTIRENO EXT RUIDO TIPO FOAMULAR 250 R-10 DE 2" DE ESPESOR.	1,941.00	M2	323.81	628,515.21	67.59%	0.8620	379.29	736,201.89	66.77%	1.0097	423.79	822,576.39	69.15%	1.1282	375.63
2	AISLAMIENTO TÉRMICO A BASE DE TABLEROS DE POLIESTIRENO EXT RUIDO TIPO FOAMULAR 250 R-5 DE 1" DE ESPESOR.	70.00	M2	236.30	16,541.00	1.78%	0.7854	300.54	21,037.80	1.91%	0.9989	365.80	25,606.00	2.15%	1.2158	300.88
3	FLASHING DE LÁMINA GALVANIZADA	140.00	ML	182.46	25,544.40	2.75%	0.8843	136.83	19,156.20	1.74%	0.6632	299.70	41,958.00	3.53%	1.4525	206.33
4	TEXTURIZADO EN FACHADA	2,036.00	M2	86.77	176,663.72	19.00%	0.8853	107.66	219,195.76	19.88%	1.0985	99.59	202,765.24	17.04%	1.0162	98.01
5	PINTURA VINIL-ACRILICA.	1,806.00	M2	38.59	69,693.54	7.49%	0.8831	47.72	86,182.32	7.82%	1.0921	44.78	80,872.68	6.80%	1.0248	43.70
6	PINTURA ESMALTE METALICO ALQUIDALICO.	230.00	M2	56.27	12,942.10	1.39%	0.7827	90.46	20,805.80	1.89%	1.2583	68.95	15,838.50	1.33%	0.9591	71.89
32																
(C) COSTO DIRECTO																
					929,899.97	100%			1,102,579.77	100%			1,189,636.81	100%		
(D) COSTO INDIRECTO																
					96,523.62				180,712.82	119%			270,047.56	108%		
(E) COSTO DE FINANCIAMIENTO																
					0.00				5,774.82				24,376.73			
(F) UTILIDAD																
					82,113.89				103,125.39				178,087.33			
(G) CARGOS ADICIONALES																
					5,575.94				6,960.96				8,310.74			
(H) PRECIO DE VENTA CALCULADO																
					1,114,113.42				1,399,153.77				1,670,459.17			
(I) PRECIO DE VENTA PROPUESTO																
					1,113,202.65				1,399,161.64				1,670,464.05			
(J) DESV. PRECIO CALC./PROPUESTO																
					1.000818				0.999994				0.999997			
(K)	LUGAR SEGUN IMPORTE PROPUESTO				1			2				3				
(L)	PERIODO DE EJECUCION				60 DIAS CALENDARIO			60 DIAS CALENDARIO				60 DIAS CALENDARIO				
	CALIFICACIÓN				NO SOLVENTE			SOLVENTE				SOLVENTE				

Fuente: Autor con datos de CFE

En la tabla 4.2 se integra cómo cada proveedor describe cada uno de los precios unitarios y la capacidad de solvencia que tiene para poder realizar el trabajo. El proveedor “Espolsa” fue el proveedor más económico, sin embargo, en la evaluación no fue solvente así que fue descalificado y se optó por la siguiente propuesta más económica, la cual fue “Vinama”.

Tabla 4.3.- Concentrado de los costos unitarios en miles de pesos.

	ESPOLSA	VINAMA	RIO
PRECIO DE VENTA PROPUESTO	1,113,202.65	1,399,161.64	1,670,464.05

	ESPOLSA	VINAMA	RIO
C. DIRECTO	929,899.97	1,102,579.77	1,189,636.81
C. INDIRECTO	96,523.62	180,712.82	270,047.56
C. FINANCIAMIENTO	-	5,774.82	24,376.73
C. UTILIDAD	82,113.89	103,125.39	178,087.33
C. ADICIONALES	5,575.94	6,960.96	8,310.74
	<u>1,114,113.42</u>	<u>1,399,153.77</u>	<u>1,670,459.17</u>

	ESPOLSA	VINAMA	RIO
MATERIALES	489,619.47	664,749.16	775,847.20
MA NO DE OBRA	388,109.54	362,940.21	392,592.12
MAQUINARIA	52,170.96	74,890.40	21,197.49

	ESPOLSA	VINAMA	RIO
ADMON. CENTRAL	23,117.32	156,340.29	205,316.68
ADMON. CAMPO	73,406.29	24,372.53	64,730.87
	<u>96,523.62</u>	<u>180,712.82</u>	<u>270,047.56</u>

Fuente: Autor con datos de CFE

En la tabla 4.3, se muestra el concentrado de los precios unitarios que determina la propuesta ganadora, considerando la no descalificación y la más económica. En este caso la propuesta que cumple con las especificaciones según la licitación IO-018TOQ089-N14-2013 correspondiente a la rehabilitación de fachada con aislamiento térmico exterior en el edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste es la empresa VINAMA con un precio de venta propuesto de \$1'399,161.64 M.N.

Tabla 4.4.- Ahorro en la implementación de aislamiento térmico en el edificio de la GCRNO

MES	2012 a 2013 (Sin aislamiento)		Facturación 2013 a 2014 (Con aislamiento)		Ahorro con aislamiento térmico		Porcentaje de ahorro
	Consumo de energía (kWh)	Facturación	Consumo de energía (kWh)	Facturación	Consumo de energía (kWh)	Facturación	
OCTUBRE - SEPTIEMBRE	1,094,913	\$ 1,810,536.00	959,384	\$ 1,585,553.80	135,529	\$ 224,982.20	12.43%

Fuente: Autor con datos de CFE

En la tabla 4.4, se muestra un ahorro del 12.43% derivado de la implementación del aislamiento térmico en un análisis comparativo de un año antes y después de la implementación del aislamiento térmico. Además, se integra un concentrado en ese periodo de los consumos en energía eléctrica (kWh) y facturación (M.N).

4.2 Calculo de indicadores

El alcance de los indicadores que a continuación se determinan son referentes hacer cumplir la hipótesis de la investigación los cuales describen el retorno de la inversión y el porcentaje de ahorro económico por la implementación del aislamiento térmico.

4.2.1.- Indicador de retorno de la inversión

Para el cálculo de este indicador se requiere del cálculo de las siguientes variables:

Con la finalidad de determinar la fórmula 1; se determinaron las siguientes variables; el Precio de Venta Propuesto (PVP)

$$PVP = \$1'399,161.64 \text{ M.N.}$$

Mejor propuesta económica de proveedor (Licitación "invitación a cuando menos tres participantes).

AA = Ahorro con aislamiento térmico

$$AA = \$ 1,810,536.00 - \$ 1,585,553.80$$

\$ 1,810,536.00 (Sin aislamiento térmico)

\$ 1'585,553.80 (Con aislamiento térmico)

NA = Número de años.

Número de años necesarios para cubrir la inversión de la obra de aislamiento con el ahorro de energía.

$$\text{Formula 1: } PVP - AA (NA) = 0$$

$$NA = \frac{\$1'399,161.64}{\$ 224,982.20} = 6.22 \text{ Años}$$

El periodo de recuperación de la inversión de realizar la obra de aislamiento térmico es de 6 años con 2 meses y 20 días.

4.2.2.- Indicador de porcentaje de ahorro por aislamiento térmico.

Para determinar el ahorro de obtenido en porcentaje, es necesario obtener el costo de facturación total correspondiente a octubre 2012 a septiembre 2013 antes del aislamiento y el ahorro obtenido de la facturación de octubre 2013 a septiembre 2014 ya implementado el aislamiento.

Tabla 4.5.- Porcentaje de ahorro durante un año.

MES	FACTURACIÓN		Porcentaje de ahorro
	2012 a 2013 (consumo anual sin aislamiento)	2013-2014 (Ahorro anual con aislamiento)	
OCTUBRE - SEPTIEMBRE	\$1,810,536.00	\$224,982.20	12.43%

Fuente: Autor con datos de CFE

$$\% = \frac{2013 \text{ a } 2014 \text{ Ahorro con aislamiento}}{2012 - 2013 \text{ facturación anual sin aislamiento}}$$

$$\% = \frac{224,982.20}{1'810,536.00}$$

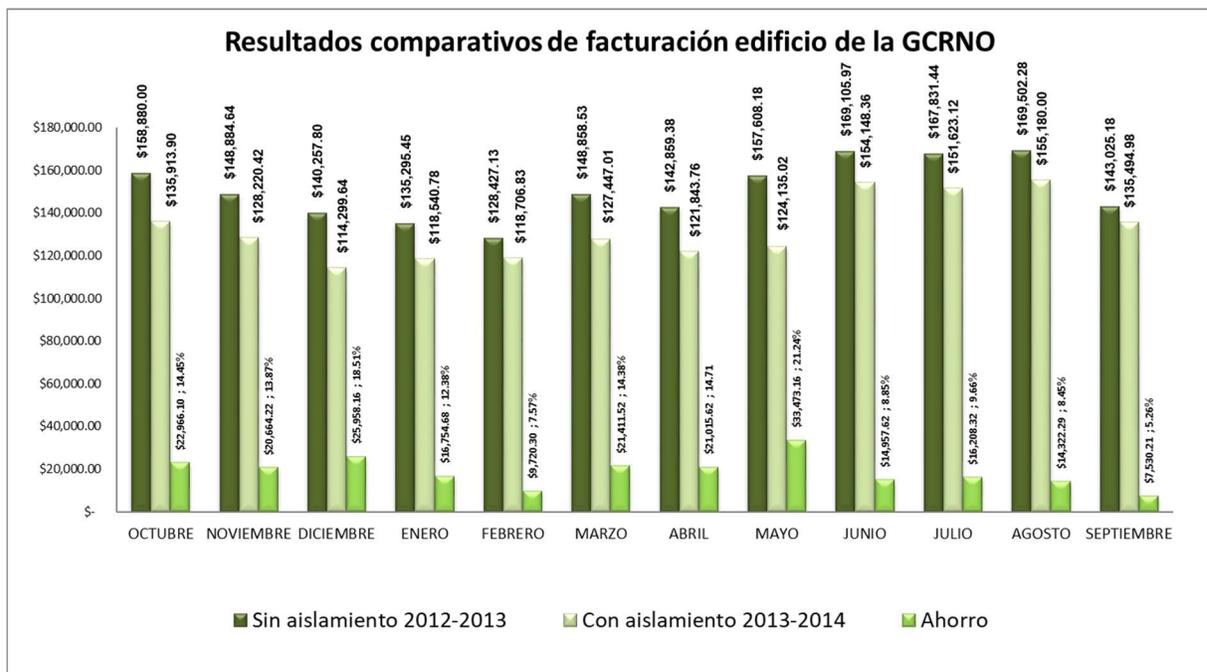
$$\% = 12.43\%$$

Lo anterior, demuestra la comprobación de la hipótesis en relación al porcentaje de ahorro de energía por la implementación del aislamiento térmico en el edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste, la cual superó el 10% de ahorro, para determinarlo se tomó en cuenta el consumo de energía eléctrica antes de la implementación del aislamiento térmico y, por otra parte, el ahorro generado ya implementado el aislamiento.

4.3 Resultados del análisis

En la siguiente gráfica se realiza la comparación de la facturación del edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste; además de integrar el ahorro que representa cada uno de los meses de octubre a septiembre antes y después de la implementación del aislamiento térmico.

Gráfica 4.3.- Resultados Comparativos de facturación edificio de la GCRNO.



En el gráfico 4.3, se representa la disminución en pesos mexicanos determinados en los meses coincidentes antes y después del aislamiento térmico, además del ahorro y porcentaje generado en el periodo, en el mes de mayo por ejemplo se obtuvo un ahorro de \$33,473.16 representando el 21.24% de la facturación mensual.

CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- Conclusiones

En el desarrollo de capítulo anterior se analizaron datos de consumo y facturación del edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste; antes y después de la implementación del aislamiento térmico.

De igual forma se examinaron los costos de implementación del aislamiento térmico como herramienta de eficiencia energética, tomando en cuenta estos datos para determinar el retorno de la inversión.

El análisis comparativo realizado de la facturación de energía eléctrica en el edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste, muestra una reducción del 12.43% en un periodo de un año, lo cual corresponde a \$ 224,982.20 pesos.

Con lo anterior se determinan los elementos de aceptación de hipótesis ya que el porcentaje de ahorro es mayor al 10% anual y el retorno de inversión es 6 años 2 meses y 20 días menor a los 10 años.

El aislamiento térmico es una herramienta que tiene una durabilidad de más de 25 años y los beneficios obtenidos en reducción de costos de facturación, contribuir al medio ambiente, retorno de la inversión, mejorar la productividad, entre otros.

Basado en los beneficios antes mencionados y la demostración de los elementos de aceptación de este estudio comparativo nos permite determinar la implementación del aislamiento térmico en los centros de trabajo del Centro Nacional de Control de Energía ubicados en clima cálido y que se enlistan a continuación:

Gerencia de Control Regional Norte, ubicada en Torreón, Coahuila.

Gerencia de Control Regional Noreste, ubicada en Monterrey, Nuevo León.

Gerencia de Control Regional Peninsular, ubicada en Mérida, Yucatán.

Gerencia de Control Regional Baja California, ubicada en Mexicali, Baja California.

El implementar estas acciones contribuye al compromiso del Centro Nacional de Control de Energía a dar cumplimiento a las disposiciones de reducción de energía eléctrica de Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE); además de reducir significativamente la facturación.

Es necesario atender la normativa legal vigente en cuanto a la aplicación de la norma oficial mexicana NOM-020-ENER-2011 que refiere a la eficiencia energética en edificaciones, la cual entro en vigor el 9 de diciembre del 2011 aplicable a edificaciones nuevas.

Lo anterior refiere a construcciones de nueva creación, sin embargo, se ha demostrado en este estudio que es viable la aplicación del aislamiento térmico en edificaciones establecidas con clima cálido y construidas antes de entrar en vigor la norma en envolvente térmico, aun cuando no sea observable por la autoridad que verifica el cumplimiento de la aplicación de la norma.

El aislamiento térmico es un componente clave en la construcción de un edificio sostenible ya que su funcionamiento para proporcionar condiciones favorables de un clima adecuado para el bienestar de sus ocupantes depende del buen funcionamiento del equipo de aire acondicionado y el aislamiento térmico aumenta la vida útil de los equipos ya que requiere menos esfuerzo para enfriar un área determinada.

Al disminuir los costos de facturación de energía eléctrica buscamos que el edificio sea más rentable ya que su funcionamiento generaría un menor consumo de energía eléctrica lo que representa la mayor parte de los costos administrativos en el funcionamiento del edificio.

Es importante reconocer aproximadamente el 80% del calor o del frío pasa a través de las paredes y el techo. En invierno, el calor producido por la calefacción no se acumula, sino se pierde en el ambiente exterior pasando a través de las paredes y ventanas. No

se puede eliminar el fenómeno, pero se puede combatir aumentando la resistencia térmica de las paredes. En verano, las mismas precauciones ayudan a tener fuera el calor o a no dejar salir el frío producido por el sistema de aire acondicionado.

Considerando lo anterior, es necesario invertir en aislamiento térmico en lugares con climas extremos que contribuyan al bienestar de los que habitan las viviendas, oficinas, centros comerciales, entre otros, generando un ambiente que contribuye al confort, alargando la vida útil de los aparatos de aire acondicionado y disminuyendo el significativamente el consumo de energía eléctrica y con ello su facturación reduciendo así los costos operativos del inmueble.

5.2.- Recomendaciones.

Presentar el análisis de comparación al corporativo del Centro Nacional de Control de Energía, con la finalidad de implementar el aislamiento térmico en los centros de trabajo ubicados en clima cálido, tomando como referencia los resultados obtenidos en este estudio.

Recopilar los datos de consumo y facturación de cada uno de los centros de trabajo, con el propósito de determinar el potencial de ahorro de energía.

Se propone licitar el contrato a nivel nacional que incluya los centros de trabajo antes mencionados, con el objetivo de reducir los costos de implementación del aislamiento térmico.

Es importante mencionar que debemos mejorar en implementar equipos de aire acondicionado de alta eficiencia modernizando nuestra capacidad instalada en los edificios; además es necesario tomar medidas en el ámbito de la cultura del personal en cuanto al buen uso de la energía eléctrica utilizada para el confort del edificio.

El establecer controles de encendido y apagado de los equipos de manera automática representa sin duda energía que podemos planear cuando la vamos a requerir.

Establecer y dar seguimiento puntual a los programas de mantenimiento de los equipos de aire acondicionado, instalaciones eléctricas y obra civil en cada uno de los edificios del CENACE, nos permite asegurarnos de un funcionamiento adecuado de los equipos.

Es importante cuando se determina el mejor aislamiento térmico para el tipo de edificio, para ello es necesario tomar en cuenta lo siguiente: resistencia a la humedad, garantizar un valor de R estable a largo plazo con una uniformidad térmica de por lo menos 15 años, que no favorezca a la condensación, resistencias a temperaturas extremas, ser fácil de instalar y ser resistente al fuego.

Con la finalidad de que el aislamiento térmico funcione debemos tomar en cuenta las ventanas, las cuales deben contar con un sistema de puente térmico (doble vidrio), lo que impide que el calor externo no influya en el interior del edificio, de no ser así el aislamiento térmico será deficiente.

Es necesario realizar acciones que contribuyan a disminuir el consumo de energía eléctrica en el edificio, esto dependerá de la toma de conciencia del personal y de los controles automáticos implementados.

Proponer al gobierno federal el establecer una cuenta para proyectos de mejoramiento en aislamiento térmico y cambio de aires acondicionados de alta eficiencia en edificaciones de la administración pública federal, que contribuyan a la disminución del consumo eléctrico sin poner en riesgo el confort del personal.

Con lo anterior, se incentiva la participación de inmuebles no solo del Centro Nacional de Control de Energía, sino de las edificaciones que conforman la administración pública federal, alcanzando ahorros significativos en la operación de los edificios y su contribución al medio ambiente.

Bibliografía

JOSEPH J. ROMM and WILLIAM D. BROWNING . (1998). *Greening the Building and the Bottom Line "Increasing Productivity Through Energy-Efficient Design"*. Rocky Mountain Institute, U.S. DEPARTMENT OF ENERGY . Snowmass, Colorado: Rocky Mountain Institute. Retrieved Noviembre 01, 2017, from file:///D:/30052.CENACE/Downloads/D94-27_GBBL.pdf

Anders, V. (2014, 01 01). *Etimologiasdechile.net*. Retrieved 03 04, 2014, from <http://etimologias.dechile.net>: <http://etimologias.dechile.net/?estrategia>

ANFAPA. (2017). Ahorro energético y económico con los Sistemas SATE. *Asociacion de Fabricantes y Morteros y SATE*, 2. Retrieved from http://www.anfapa.com/downloads/19_ahorro-energetico.pdf

ARQHYS. (2017). Uso de los aislantes termicos. *Revista ARQHYS*. Retrieved from <http://www.arqhys.com/construccion/aislantes-termicos.html>

ARQHYS, R. (2012). Valor R en el aislamiento. *ARQUYS*. Retrieved from <http://www.arqhys.com/arquitectura/valorr-aislamiento.html>

CFE. (2005). *www.cfe.gob.mx*.

CFE. (2014, 11 10). *COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD*. Retrieved from http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1_AcercadeCFE/CFE_y_la_electricidad_en_Mexico/Paginas/CFEylaelectricidadMexico.aspx

CFEACTIVA. (2017, 01 25). *CFE*. Retrieved from <http://cfectiva.cfe.gob.mx/cfectiva/index.php>

Comision Federal de Electricidad. (2017). *CFE*. Retrieved Noviembre 16, 2017, from http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_negocio.asp

- Comision Federal de Electricidad. (2017). *www.cfe.gob.mx*. Retrieved from http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_negocio.asp?Tarifa=hm
- CONUEE. (2013). *https://www.gob.mx/cms/uploads*. Retrieved from <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/92091/Guainm2013.pdf>
- CONUEE. (2013). *Informe de actividades*. Ciudad de Mexico: Publicaciones de la Secretaria de Energía. Retrieved from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/55464/informelabores2013_2.pdf
- CONUEE. (2013). *Informe de labores*. Ciudad de México. Retrieved from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/55464/informelabores2013_2.pdf
- CONUEE Edificios agosto. (2013). *La importancia de los edificios como usuarios de energía y las acciones de la CONUEE*. Ciudad de México: Secretaria de Energía. Retrieved from <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/84265/CONUEEEdificiosAgosto2013.pdf>
- Corning, O. (2013). *https://www.innovacero.com/*. Retrieved from https://www.innovacero.com/descargar/documentos/accesorios_para_construccion/aislamientos/Ficha-tecnica-foamular.pdf
- DOF. (1993, 08 20). *DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN*. Retrieved from http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4775081&fecha=20/08/1993
- DOF. (2009, Agosto 18). Retrieved from http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5145106&fecha=03/06/2010

- DOF. (2014, 08 28). *DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN*. Retrieved from http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5357927&fecha=28/08/2014
- DOF. (2016, Marzo 29). *DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN*. Retrieved from <http://www.dof.gob.mx>:
http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5431283&fecha=29/03/2016
- EcofysVII. (2007, 11 27). *eurima*. Retrieved from European Insulation Manufacturers Association: <http://www.eurima.org/publications/13/143/Ecofys-VII-U-values-for-Better-Energy-Performance-of-Buildings.html>
- Eficiencia energética en edificaciones.- Envoltente de edificios para uso habitacional. (2011). *DOF*. Retrieved from http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5203931&fecha=09/08/2011
- ENDESA S.A. (2017). *Informe de Comportamiento Energético de las Empresas Españolas*. Madrid, España: Asociación de Empresas de Eficiencia Energética. Retrieved from <http://www.asociacion3e.org/documento/informe-de-comportamiento-energetico-de-las-empresas-espanolas-2017>
- Falcón, H. (2010, 08 2). Retrieved from <https://es.scribd.com/document/101841653/01-Primer-Mdulo-Aislamiento-Trmico>
- Flores, A. (2011, Mayo 2). *Grupo Unamcor*. Retrieved Noviembre 16, 2017, from Aislamiento térmico, tipos y recomendaciones: <http://www.grupounamacor.com/?p=1147&cpage=4>
- Fowler, N. (1999). *Análisis de Estados Contables*. Buenos Aires Argentina: Ed. Macchi.
- García, T. M. (2017, Agosto). Eficiencia energética, un factor vital en los edificios. *Energía a Debate*. Retrieved from <https://energiaadebate.com/eficiencia-energetica-un-factor-vital-en-los-edificios/>

- IEA, I. E. (2017). *International Energy Agency*. Retrieved Septiembre 2017, from <https://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=MEXICO&product=indicators&year=2015>
- IFCT. (2014, 05 01). *Premio Nacional de Calidad*. Retrieved 05 01, 2014, from Instituto para el Fomento a la Calidad Total, A.C.: http://competitividad.org.mx/images/stories/_MNC_Micro_y_Pequeas_Empresas.pdf
- Iglesias, C. (2014). Cristina Iglesias Placed. *CONAMA2014*, (p. Estudio sobre posible amortización y cálculo de ahorro generado en la rehabilitación de la envolvente de edificios.). MALAGA. Retrieved from <http://www.conama.org/conama/download/files/conama2014/CT%202014/1896711584.pdf>
- Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética* (Vol. Primera Edición). (G. P. Julieta C. Schallenberg Rodríguez, Ed.) Gobierno de Canarias, España: Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. Retrieved 11 16, 2017, from <http://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>
- LEY DE ADQUISICIONES, A. Y. (2014, 10 11). Retrieved from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/120266/Ley_de_Adquisiciones__Arrendamientos_y_Servicios_del_Sector_Publico.pdf
- Morales, I. (2011). Las Pymes en México, entre la creación fallida y la destrucción creadora. *Economía Informa No.366*, 39-48.
- New Buildings Institute. (2012). *Sensitivity Analysis: Relative Impact Of Design, Commissioning, Maintenance And Operational Variables On The Energy Performance Of Office Buildings*. Portland, Or: New Buildings Institute.

- Retrieved from https://newbuildings.org/wp-content/uploads/2015/11/SensitivityAnalysis_ACEEE20122.pdf
- NOM-020-ENER-2011. (2011, 08 09). *DOF*. Retrieved from http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5203931&fecha=09/08/2011
- Rodriguez, M. (2013). Aprendemos el concepto, uso y cálculo de los Grados día. *Revista Digital INESEM*. Retrieved from <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/uso-concepto-grad-os-dia-degree-days/>
- SBCI-UNDP. (2013). *Sustainable Buildings and Climate Initiative -United Nations Development Programme: 4to Congreso internacional*. Guanajuato, gto. Retrieved from http://anippac.org.mx/demos/07_Conf_Template_Sustainability_in_PC_KK.pdf
- UNEP-SBCI. (2009). *Informe: United Nations Environment Programme and Sustainable Buildings and Climate Initiative*.
- Villegas, A. (2009). Sustentabilidad. *Contrucción y Tecnología*. Retrieved from <http://www.imcyc.com/revistacyt/may10/sustenta.htm>
- World Energy Council. (2010). *Eficiencia Energética: Una Receta para el éxito*. Londres. Retrieved from https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/10/PUB_Eficiencia_Energetica_Una_receta_para_el_exito_2010_WEC.pdf

Anexos

Fotografías de la implementación del aislamiento térmico.

Ilustración 5.1.- Edificio de la GCRNO antes y después del aislamiento térmico.

Antes



Después



Anexo 2: Proceso de instalación de aislante térmico foamular:

1.- Raspado de placa foamular de poliestireno extruido de 2 pulgadas, con la finalidad de mejorar la colocación en la pared.



Paso2.- Colocar con placa mediante cemento y amachimbrado a la pared.



Paso 3.- Enjarre con cemento y malla intermedia.



Paso 4.- Colocación de texturizado en acabado.



Paso 5.- Pintado del edificio de la Gerencia de Control Regional Noroeste.



Finalización de la obra de aislamiento térmico en la Gerencia de Control Noroeste;
ubicada en Hermosillo, Sonora, Mexico.



NOMBRE DEL TRABAJO

094_MA_Edgar Francisco Dominguez Tarazón.pdf

AUTOR

Edgar Francisco Dominguez Tarazón

RECUENTO DE PALABRAS

18963 Words

RECUENTO DE CARACTERES

105569 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

95 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.8MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 16, 2022 2:53 PM GMT-7

FECHA DEL INFORME

Nov 16, 2022 2:56 PM GMT-7**● 24% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 24% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)