



ISBN: 978-99961-50-16-6

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA – FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN APLICADA

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y
PROPUESTA DE ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS
INTEGRALES VIABLES ECONÓMICAMENTE PARA
ITCA-FEPADE CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL”**

SEDE Y ESCUELA PARTICIPANTE: ESCUELA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN
CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

DOCENTE INVESTIGADOR: ING. FREDY ORESTES AMAYA CHICAS

DOCENTES PARTICIPANTES: ING. ROBERTO RIVERA ROMANO

SAN MIGUEL, ENERO 2014



ISBN: 978-99961-50-16-6

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA – FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN APLICADA

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y
PROPUESTA DE ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS
INTEGRALES VIABLES ECONÓMICAMENTE PARA
ITCA-FEPADE CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL”**

SEDE Y ESCUELA PARTICIPANTE: ESCUELA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN
CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

DOCENTE INVESTIGADOR: ING. FREDY ORESTES AMAYA CHICAS

DOCENTES PARTICIPANTES: ING. ROBERTO RIVERA ROMANO

SAN MIGUEL, ENERO 2014

Rectora

Licda. Elsy Escolar Santo Domingo
Vicerrector Académico
Ing. José Armando Oliva Muñoz
Vicerrectora Técnica Administrativa
Inga. Frineé Violeta Castillo

Dirección de Investigación y Proyección Social

Ing. Mario Wilfredo Montes
Ing. David Emmanuel Agreda
Lic. Ernesto José Andrade
Sra. Edith Cardoza

Director Coordinador del Proyecto

Lic. Mario Alsides Vásquez

Autor

Ing. Fredy Orestes Amaya Chicas
Ing. Roberto Rivera Romano

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborado por el Sistema Bibliotecario ITCA - FEPADE

333.79 1

A489a Amaya Chicas, Fredy Orestes.

SV Análisis de la eficiencia energética y propuesta de alternativas energéticas integrales viables económicamente para ITCA-FEPADE centro regional San Miguel / Fredy Orestes Amaya Chicas, Roberto Rivera Romano. --1ª ed. -- Santa Tecla, La Libertad, El Salv. : ITCA Editores, 2014. 147 p. ; 28 cm.

ISBN: 978-99961-50-16-6

1. Energía eléctrica. 2. Recursos energéticos. 3. Distribución de la energía. 4. Consumo de energía. I. Título.

Este documento **ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y PROPUESTA DE ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS INTEGRALES VIABLES ECONÓMICAMENTE PARA ITCA-FEPADE CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL**, es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE. Este informe de investigación ha sido concebido para difundirlo entre la comunidad académica y el sector empresarial, como un aporte al desarrollo del país. El contenido de la investigación puede ser reproducida parcial o totalmente, previa autorización escrita de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA–FEPADE. Para referirse al contenido, debe citar la fuente de información. El contenido de este documento es responsabilidad de los autores.

Sitio web: www.itca.edu.sv

Correo electrónico: bibliotecologos@itca.edu.sv

Tiraje: 11 ejemplares

PBX: (503) 2132 – 7400

FAX: (503) 2132 – 7423

ISBN: 978-99961-50-16-6

Año 2013

INDICE**PAGINA**

1. INTRODUCCIÓN	4
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	4
2.2 ANTECEDENTES	8
2.3 JUSTIFICACIÓN.....	9
3. OBJETIVOS	10
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	10
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
4. HIPÓTESIS.....	11
5. MARCO TEÓRICO.....	11
6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	59
7. RESULTADOS Y ALCANCES ESPERADOS.....	62
8. CONCLUSIONES	135
9. RECOMENDACIONES.....	135
10. GLOSARIO	136
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139
12. ANEXOS	141

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene información concerniente al proyecto de investigación de las carreras de Técnico en Ingeniería Eléctrica y Técnico en Ingeniería Civil, realizado por docentes en colaboración con los estudiantes del centro regional de San Miguel, con el tema “Análisis de la eficiencia energética propuestas de alternativas energéticas integrales viables económicamente para ITCA-FEPADE Centro Regional San Miguel”. El objetivo principal era buscar alternativas para obtener una mayor eficiencia energética en la regional.

En este documento se encuentra contenida la siguiente temática: El planteamiento del problema de la investigación, en el cual se define de forma detallada la situación o problema a resolver con la eficiencia energética; Los antecedentes de la institución que forman parte de la investigación preliminar y documentación necesaria para la realización del proyecto; La justificación del problema que responde a las preguntas del porqué de la investigación, quiénes son los beneficiarios directos e indirectos con este tipo de investigación. Se plantea también la hipótesis, la cual constituye uno de los ejes principales de toda investigación. Está plasmada en ella la pregunta a la cual se le dará respuesta con el desarrollo del proyecto. En el marco teórico está plasmada la teoría base y que fundamenta toda investigación, la cual se ha tomado como referencia para enriquecer y realzar el proyecto. La metodología constituye el mapa a seguir, los lineamientos y procedimientos necesarios para alcanzar los resultados deseados con el proyecto. Se presenta además la conclusión y recomendación, las cuales de forma descrita nos dan la pauta sobre aquellos conocimientos a los cuales se llegaron y así mismo las respuestas a cómo debería dársele seguimiento al problema de la eficiencia energética, viéndose reflejado en ellos que efectivamente utilizando nuevas tecnologías tanto en sistemas de iluminación como en aires acondicionados podemos lograr obtener mejores resultados en el ahorro de energía.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad uno de los temas que ha tomado un gran interés en discusión a nivel mundial es la generación de energía eléctrica, y es porque, la sociedad ha tomado una dependencia abismal de esta energía, en todos los aspectos de la vida. A causa de esto, nos toca enfrentarnos a las consecuencias que en ella repercute.

En los últimos tiempos la generación de energía eléctrica es realizada por medio de fuentes de energía primarias tales como el carbón, petróleo, gas natural y uranio, se clasifican como fuentes no renovables, también está el viento, el agua de mar o embalsamada, madera, residuos animal y vegetal, el sol y el calor geotérmico, que son fuentes renovables. El problema yace en depender más de los recursos no renovables, porque constituyen el 94 % del consumo mundial de fuentes de energía primaria.

Al mencionarse como fuentes no renovables, se entiende que tiene un límite de cantidad. En el caso del petróleo, se calculan unas reservas probadas equivalentes a 1.300×10^3 millones de barriles de petróleo, con relación al tiempo se estima que estas reservas abastecerán 40 años; pero la problemática no se relaciona solo en cantidad, sino también en propiedad. A nivel mundial las reservas se localizan en tan solo 20 países, donde la mayor parte de esos países se encuentran situados en regiones conflictivas, como Oriente Medio, Rusia y los países de la antigua URSS y América Latina. Las consecuencias a tal situación es la posición de privilegios y, en ocasiones, abuso de poder por parte de esos países; inestabilidad en los precios, con tendencias a alzas acusadas, lo cual crea conflictos internacionales.

Otras de las fuentes de consumo es el gas natural con un cálculo de 60 años de abastecimiento. La principal diferencia se encuentra en que los países del Oriente Medio solo disponen del 40% de las reservas mundiales, mientras que Rusia es el segundo país del mundo en reservas y el primer productor.

El carbón, siendo otra fuente para la generación para la energía eléctrica, se dispone de más cantidad a diferencia de las dos anteriores, se dispone de 200 años de abastecimiento.

La problemática no solo se manifiesta en cuántos recursos nos quedan, también en la demanda de estos. Uno de los factores es que más influyen sobre el contexto energético internacional, especialmente en el futuro, es la población. Mundialmente hay alrededor de 6.100 millones de habitantes, pero lo más impactante de la población no es la cantidad, sino su crecimiento; según las previsiones de la Unión Europea (UE), en los próximos 50 años la población aumentará en un 50 %.

Se espera que la población mundial alcance en el 2030 los 8.100 millones de habitantes. Este factor es directamente proporcional a la demanda de consumo eléctrico, si en un país aumenta su cantidad poblacional, mayor será su demanda energética.

De todos los factores problemáticos que dependen de la generación de energía se encuentra una de gran interés nacional, y al igual que del fútbol y de política, todo el mundo opina. El cambio climático es una consecuencia que ha surgido por el uso arrasador de las fuentes de energía primaria no renovables, los procesos que estos llevan para generar la energía eléctrica, altera el contenido de gases concentrados en la atmosfera, teniendo como resultado la concentración más alta de CO₂ en la atmosfera en estos últimos años, y continua subiendo, el aumento de temperatura en el ártico, disminución de la cubierta de nieve en las latitudes medias y altas del hemisferio norte, disminución del volumen de los glaciares, alteraciones climáticas, entre otros. Según cálculos de los expertos, la temperatura media en la Tierra aumentó 0,6 °C a lo largo del siglo XX y aumentará entre 1,4 °C y 5,8 °C de aquí al año 2100.

En El Salvador, el matiz energético está estructurado por cuatro fuentes de energía: térmica hidroeléctrica, geotérmica y biomasa. La generación térmica representa el 52.1% del total de energía inyectada, la hidroeléctrica el 32%, la geotérmica el 13% y biomasa el 2%. Como se puede observar dependemos en mayor porcentaje de la generación térmica, y esta influye en nuestro país por los factores que antes han sido mencionados. Las generadoras térmicas trabajan a base de combustibles, y aunque estén en existencia, El Salvador no es más que un importador de estos recursos, en consecuencias es vulnerable a la fluctuación de precios del mercado, y torna como resultado el alza de precio en los productos y servicios en el país, que para tal caso el de la energía eléctrica.

Tal parece que no conviene la dependencia de la generación térmica, y que pueden ser más rentables las otras tres fuentes de generación en este país, por el hecho de funcionar con recursos propios. En la actualidad se están desarrollando las fuentes de energía primarias renovables, pero estos son proyectos que se extienden a largo plazo; lamentablemente la problemática crece con más aceleración que el desarrollo de estas fuentes. Es necesario y es urgente la implementación de más alternativas a corto plazo. Aunque existan plantas energéticas en este país, el crecimiento poblacional ha constituido un verdadero reto para empresas generadoras de energía eléctrica.

El Salvador se encuentra en un margen exuberante respecto a la demanda energética, tanto que, las generadoras trabajan cerca del límite de su capacidad, esto produce un gasto excesivo de mantenimiento en las estructuras de las plantas energéticas, resultando, igual que lo anterior, a un costo mayor de compra al consumidor final del servicio energético.

La energía eléctrica hoy en día se ha vuelto necesaria e importante los habitantes de este país de alguna manera dependen de ella, pero, es aquí donde surgen las siguientes interrogantes: ¿estarán usándola conscientemente?, ¿pueden influir para mejorar esta situación? Las personas especializadas a nivel mundial en esta rama del contexto energético, trabaja para la independización de las fuentes de energía no renovables y apostar e invertir por las renovables. Pero ahora no solo se trata de generar más, sino también en consumir menos, es aquí donde nace el concepto de eficiencia y ahorro energético. No implica utilizar menos la energía eléctrica, estropeando la necesidad plena, más bien utilizarla eficientemente, usar menos la energía obteniendo el mismo resultado; es una alternativa muy útil para minimizar la demanda energética.

Evidentemente los países desarrollados tienen un mayor grado de responsabilidad que los países subdesarrollados en el cambio climático, sin embargo, los efectos son compartidos a nivel global y afectan en mayor medida a los países más vulnerables y pobres. Los seres humanos, especialmente aquellos que viven en países subdesarrollados, presentan cada vez más dificultades para sobrevivir en un ambiente hostil de sequías, tormentas e inundaciones. En El Salvador, los efectos del cambio climático se entremezclan con la pobreza y la exclusión social, ya que agudizan las precarias condiciones de vida, dañan con mayor intensidad las cosechas de pequeños productores agrícolas, produce epidemias, erosiona la diversidad biológica y reduce la disponibilidad del agua para el consumo humano. Participar en la disminución del cambio climático es un deber social, con el compromiso de aportar una ayuda a la sociedad salvadoreña la cual reside las consecuencias de la inconsciencia mundial y local.

El análisis de eficiencia energética y alternativas energéticas para disminuir el consumo de energía y uso eficiente de los sistemas servirá para dar respuesta a los problemas que conlleva el mal uso de energía eléctrica en la Escuela

Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE Regional San Miguel así como también en otras empresas a nivel regional y mundial.

2.2 ANTECEDENTES

2.2.1 DE LA INSTITUCIÓN

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE Regional San Miguel, es una institución que cuenta con una reconocida trayectoria académica, que tiene como objetivo formar profesionales integrales e impulsar la capacitación y el recurso humano en la zona oriental del país.

El Centro Regional San Miguel es una institución gubernamental con la administración de FEPADE, desde 1998 del antes conocido Instituto Tecnológico de San Miguel ITESAM, cuenta con tres escuelas, Escuela de Computación, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Escuela de Ingeniería Civil, en estas se ofrecen Carreras Técnicas con una duración de dos años. y Servicios de Desarrollo Profesional, antes llamado Educación Continua en la cual ofrece diferentes cursos, diplomados y capacitaciones a todo tipo de personas interesadas en desarrollarse profesionalmente, además como IES deben de realizar investigación docencia y proyección social.

El Centro Regional San Miguel atiende a 345 estudiantes en carreras Técnicas y un promedio de 325 estudiantes a Servicios de Desarrollo Profesional, trabajando por la educación, orientada a la empleabilidad y la productividad y el progreso de del país a la luz de una educación de calidad.

2.2.2 DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética o ahorro energía es una práctica empleada que nos permite reducir el consumo de energía y por ende disminuir los costos y tener un ambiente sostenible.

Desde inicios del siglo XIX se dieron los primeros avances en la creación de fuentes de energías renovables y eficiencia energética, dando lugar a utilización fuentes de energía amigables con el medio ambiente y permitiendo un ahorro de energía; como la utilización de la energía Solar, Eólica, etc. Pero el lobby de los combustibles fósiles consiguió poner de moda su combustible, y las energías renovables que no emitían CO2 quedaron

relegadas al baúl del recuerdo.

Pero fue hasta 1975, que comenzaron con un tenue impulso la utilización de Paneles solares y aerogenerador, así como utilización de césped que aísla el tejado, refrescando en verano y reteniendo el calor en invierno, tratando de generar la eficiencia energética en edificios.

La reciente evolución del mercado internacional del petróleo y sus derivados hacia precios cada vez mayores, ha generado la preocupación por los efectos adversos que este comportamiento pueda ocasionar, tales como la reducción en el crecimiento de la economía y el aumento de los precios de los productos de consumo y de los servicios básicos. Situación que ha hecho necesaria la puesta en marcha de acciones para mitigar los efectos antes indicados y proponer medidas dirigidas al uso racional de la energía y el desarrollo de fuentes energéticas alternativas.

En El Salvador existe un impulso en el desarrollo de la eficiencia energética, como lo genera el Consejo Nacional de Energía CNE creado en el 2007 e iniciado sus funciones en 2009, como la autoridad superior, rectora y normativa en materia de Política Energética y como coordinadora de los distintos sectores del sector energético, realizando programas para mejorar la eficiencia energética en El Salvador.

Por tal razón, no existe actualmente un estudio que mejore la eficiencia energética en instituciones educativas, que solucione situaciones especiales tales como el ahorro de la energía y soluciones de infraestructura que generen eficiencia energética referida a esta zona del país.

2.3 JUSTIFICACIÓN

La energía eléctrica tiene una gran importancia en el desarrollo de la sociedad, su uso hace posible la automatización de la producción que aumenta la productividad y mejora las condiciones de vida de los seres humanos.

Por los resultados obtenidos en el proyecto de investigación del consumo energético en la regional de San Miguel dictaminan como son de eficientes los sistemas que se poseen actualmente y los consumos excesivos que se dan, se justifica la importancia de este proyecto.

Además es urgente iniciar acciones en relación a: concientización de los empleados, estudiantes y considerar cambios de equipos que vendrían a favorecer y ahorrar hoy por hoy presentan las cargas altas de energía en comparación con otros sistemas de menor consumo, vale la pena aclarar que se cuenta con el apoyo total de las autoridades de la institución y se tienen las competencias requeridas en el área para resolver este problema que hoy por hoy lo enfrentan la mayoría de instituciones.

Por todo lo anterior y bajo esta perspectiva se orientó la investigación a buscar alternativas de solución a los problemas de consumo energético en la regional de San Miguel y los resultados fueron favorables ya que haciendo cambios en algunos equipos que poseen baja eficiencia y utilizando sistemas de iluminación natural con los tragaluz se logra reducir el gasto de energía de una manera muy notoria.

Con los resultados de esta investigación se favorecerán a la institución ITCA-FEPADE Regional San Miguel, ya que disminuirán los costos de energía ; al alumnado en general , ya conocerán como conservar y ahorrar energía gozando de mejores confort ayudando de igual forma al medioambiente en la reducción de emanación de gases de efecto invernadero a la atmosfera.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

“Realizar un análisis de eficiencia energética y proponer alternativas energéticas viables económicamente para ITCA-FEPADE Centro Regional San Miguel”.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar investigación bibliográfica sobre el estado actual de la ciencia sobre eficiencia energética.
- Realizar mediciones de parámetros eléctricos básicos para determinar la eficiencia de los equipos y la proporcionada por los datos de placa.
- Realizar un estudio de las características de los diferentes tipos de materiales e infraestructura utilizados en la construcción de edificaciones a los largo del campus.
 - Realizar análisis de consumo energético detallado y global del Centro Regional San Miguel.

- Identificar y proponer alternativas de solución viables económicamente para darle solución a los problemas de eficiencia energética.

4. HIPÓTESIS

¿Será posible disminuir el consumo energético, al realizar un análisis de eficiencia energética para buscar alternativas integrales viables económicamente para la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE Centro Regional San Miguel?

5. MARCO TEÓRICO

Eficiencia energética sector eléctrico

La eficiencia energética o ahorro de energía es una práctica empleada durante el consumo de energía que tiene como objeto procurar disminuir el uso de energía pero con el mismo resultado final. Es una optimización del consumo de energía. Esta práctica conlleva un aumento del capital financiero, ambiental, seguridad nacional, seguridad personal y confort humano. Los individuos y las organizaciones que son consumidores directos de la energía pueden desear ahorrar energía para reducir costes energéticos y promover sostenibilidad económica, política y ambiental. Los usuarios industriales y comerciales pueden desear aumentar eficacia y maximizar así su beneficio. Entre las preocupaciones actuales está el ahorro de energía y el efecto medioambiental de la generación de energía eléctrica.

Uso racional de la energía

Casi toda la energía que se utiliza cotidianamente para el desarrollo de la forma de vida de cada persona, ya sea personal o profesional, proviene de recursos energéticos. En los hogares, en los sitios de trabajo, las calles y la industria disponen diariamente de recursos energéticos para desarrollar sus actividades, para recrearse, etc. Desde la radio o la televisión al levantarse, pasando por la cocina para el desayuno, el almuerzo y la cena, el ventilador o el aire acondicionado en verano, la estufa en invierno, el calentador de agua, la nevera, las computadoras, las máquinas de operación fabril, el combustible de los automóviles, el alumbrado público, el alumbrado en general. Todas estas actividades, a las cuales se habituado el ser humano, funcionan gracias a servicios públicos esenciales en los que no se

reparan porque hasta el momento no representaban un problema. Esta falta de atención, lleva a veces a desperdiciar recursos y sin que se note, se dilapida energía dejando encendidas lámparas en aulas vacías, o funcionando la radio o la televisión cuando no se le necesita, dejando encendidas las máquinas cuando no se está haciendo uso de estas, usando las computadoras cuando se realiza otra actividad, o dejando estas encendidas descuidadamente.

Todas estas costumbres pueden ser modificadas. Así como se adquirieron, por una cuestión de hábitos, también pueden modificarse. No se está hablando de no utilizar las lámparas sino de utilizarlas cuando sea necesario iluminar. El uso racional no cuestiona que se use una computadora, o que se trabaje en un laboratorio, sino que se le aconseja apagar los elementos por completo cuando ya no se necesiten más.

En pocas palabras, se trata de un proceso de optimización en el consumo de energía eléctrica. En el cual se indica que no solo el mal uso de energía es el único ítem a modificar cuando de ahorro se trata, sino que existen otros factores, como lo son: el mal mantenimiento, la mala administración de la energía, etc.

Educación para el uso racional de la energía

Son muchas las barreras enfrentadas por el uso racional y eficiente de la energía, algunas se encuentran asociadas con el contexto macroeconómico del país, otras de estas con la poca tecnología que se posee, también está la falta de inversiones en los proyectos de uso racional y eficiente de la energía. Pero la gran mayoría están relacionadas con la poca información que posee la comunidad acerca de esta problemática.

Considerando y resumiendo algunas de ellas se tienen:

- Falta de tecnología.
- El funcionamiento de los mercados.
- La actividad de la industria energética.
- La resistencia al cambio.
- El desconocimiento de la situación actual.
- La falta de financiamiento para inversiones en nuevos proyectos de URE.
- Inexistencia de formas no convencionales de producción de energía.
- Falta de compromiso de la comunidad.

Para comenzar se necesitan hacer programas para que la comunidad se informe un poco, para esto se podrá utilizar la promoción y divulgación de fascículos informativos sobre actos y hábitos de consumo, la introducción de luminarias eficientes, las formas no convencionales de energía.

Otro recurso puede corresponder a los convenios voluntarios con grandes empresas, los cuales constituyen compromisos por parte de los empresarios para mejorar la eficiencia energética.

Consumo energético

El desarrollo económico y social de los pueblos está unido al consumo de energía, el uso de esta ha permitido mejorar y modernizar el estilo de vida y sociedad misma.

A pesar de ello, el consumo y abastecimiento de energía, en la totalidad de los casos comprometen el avance de las generaciones futuras, ya que conllevan el agotamiento de los combustibles fósiles y generan problemas medioambientales de impacto mundial.

Desde los años 80 a esta parte, se pusieron en marcha disposiciones para el impulso tecnológico y la diversificación constante. Por otra parte, en el transporte y 22 los edificios, incluyendo los hogares, el uso eficiente de la energía no se ha promovido tanto como debería.

El consumo de energía ha experimentado grandes cambios, que reflejan las modificaciones ocurridas en variables determinantes para la vida del país:

La economía, la demografía, la situación de abastecimiento y precio de los energéticos.

Además en los últimos años se han presentado cambios considerables en la demanda de energía, todo esto debido en gran parte al gas natural que ha sustituido a la energía eléctrica en gran parte de los sectores residencial y comercial, y esto a su vez reduce la utilización de derivados del petróleo y el carbón en los sectores de la industria y la generación eléctrica.

A lo largo del tiempo se observa como existe una alta dependencia del petróleo y sus derivados, para atender los requerimientos energéticos. Todo esto hace pensar que los sectores dependientes del crudo y sus derivados a mediano plazo tendrán que adquirirlos en el mercado internacional. Es preciso entonces, establecer medidas que atenúen, hasta donde sea

posible, dichos efectos y emprender un programa de sustitución de energéticos para aliviar los impactos generados al no ser autosuficientes.

Sistemas de iluminación y el consumo de electricidad.

Los edificios constituyen en su conjunto un gran usuario de energía eléctrica y presentan grandes oportunidades para el ahorro de energía en sistemas de fuerza e iluminación. Los sistemas de iluminación en los edificios no residenciales constituyen una parte importante del total de consumo, tanto en la demanda como en el costo total de dicha energía.

Los costos de operación de un edificio construido bajo ciertos criterios de eficiencia energética son sustancialmente menores a lo largo de la vida útil comparados con un edificio ineficiente.

El diseño de los sistemas de alumbrado está basado en la forma en que se usará un espacio. Asimismo, puede estar basado en las tareas que se ejecutarán en el área, tales como lectura, escritura u operación de una máquina. Estos sistemas pueden ser uniformes o no uniformes según la tarea que se realice. Existen tres formas básicas de alumbrado que son:

- Alumbrado general o ambiental. Es luz de fondo o luz completa en el espacio y suministra un nivel dado de iluminación en toda el área.
- Alumbrado de tarea o suplementario. Es la iluminación desde fuentes de luz cercanas que permiten la ejecución de tareas visuales específicas y es luz localizada sobre el plano de trabajo (mesas de dibujo, escritorios, etc.).
- Alumbrado de acentuación o general localizado. Es luz direccional proyectada para enfatizar un objeto en particular o para atraer la atención a una parte del campo de a visión (vitrinas, aparadores, etc.).

La cantidad de iluminación o nivel de alumbrado, es formalmente llamada iluminancia y es medida en luxes (lx) siendo el lux un lumen por metro cuadrado (lm/m²). Las necesidades de iluminancia dependen de las tareas involucradas.

Tipos de lámparas.

Una lámpara es un convertidor de energía. Aunque pueda realizar funciones secundarias, su principal propósito es la transformación de energía eléctrica en radiación electromagnética visible. Hay muchas maneras de crear luz, pero el método normalmente utilizado en la iluminación general es la conversión de energía eléctrica en luz. Las lámparas eléctricas son la

fuentes principales de luz artificial de uso común.

La duración de la mayoría de las lámparas viene determinada básicamente por la temperatura de trabajo del filamento. Mientras más alta sea esta, mayor será el flujo luminoso pero también la velocidad de evaporación del material que forma el filamento. Las partículas evaporadas, cuando entran en contacto con las paredes se depositarán sobre estas, ennegreciendo la ampolla. De esta manera se verá reducido el flujo luminoso por ensuciamiento de la ampolla. Pero, además, el filamento se habrá vuelto más delgado por la evaporación del tungsteno que lo forma y se reducirá, en consecuencia, la corriente eléctrica que pasa por él, la temperatura de trabajo y el flujo luminoso. Esto seguirá ocurriendo hasta que finalmente se rompa el filamento. A este proceso se le conoce como depreciación luminosa.

Esto ocurre igualmente en las lámparas de descargas con tubo, en el cual los extremos próximos a los electrodos se empiezan a ennegrecerse por el mismo fenómeno llamado depreciación luminosa. Por otra parte, se va produciendo un cambio gradual de la composición del gas de relleno debido a las fugas a través del tubo.

En la tabla 1 se observan algunos tipos de lámparas su vida promedio

Tabla 1 Vida promedio de las lámparas.

Tipo de lámpara	Vida promedio (h)
Incandescentes	1000
Halógenas	2000 (Especiales 4000)
Fluorescentes	12500
Mezcladoras	9000
Mercurio a alta presión	25000
Haluros metálicos	11000
Sodio a baja presión	23000
Sodio a alta presión	23000

Los tipos de lámparas más usados para la iluminación son:

- Lámparas incandescentes
 - Lámparas incandescentes
 - Lámparas halógenas
- Lámparas de descarga
 - Lámparas fluorescentes

- Lámparas de vapor de mercurio baja presión
- Lámparas de vapor de mercurio alta presión
- Lámparas de halogenuros metálicos
- Lámparas de vapor de sodio a baja presión
- Lámparas de vapor de sodio a alta presión
- Lámparas de luz de mezcla

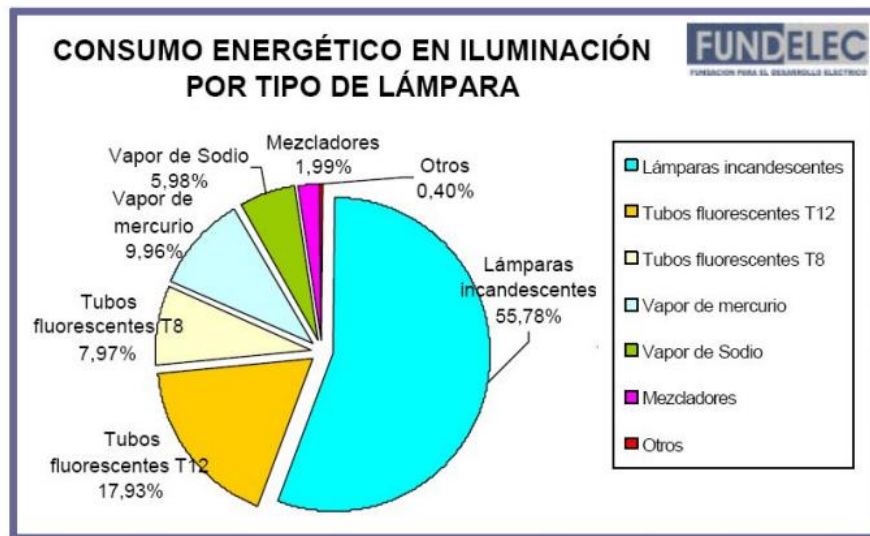


Fig. 1 Tipos de iluminación

5.1 Tecnología de Tragaluz

¿Qué es un conducto de sol?

Un conducto de sol es un sistema de iluminación natural que capta la luz del sol mediante cúpulas situadas en la cubierta de los edificios y la transporta varios metros hacia el interior utilizando un conducto altamente reflectante. Esto permite iluminar espacios oscuros o sin ventanas incluso cuando no estén directamente bajo la cubierta.

El resultado son espacios luminosos y llenos de vida gracias a la luz natural, consiguiéndose importantes aumentos de productividad en los puestos de trabajo, menor absentismo laboral, mayor rendimiento de los alumnos en las escuelas, mayor nivel de ventas en locales comerciales, etc., todo ello utilizando una fuente de energía gratuita y sostenible que no necesita mantenimiento.

En cualquier espacio en el que se pueda hacer llegar el conducto desde la cubierta. Es importante que la cúpula se encuentre situada en una zona bien soleada durante la mayor parte del día, de forma que no tenga sombras de árboles, muros o edificios vecinos. Para

obtener una distribución lo más uniforme posible sobre la sala a iluminar, lo más adecuado es situar el difusor lo más centrado dentro de la sala.

Además del bienestar personal y la eficiencia energética, como beneficio de la implementación de este sistema está comprobado que la iluminación natural:

- Mejora la productividad personal
- Incide positivamente en el rendimiento de los estudios
- Reduce el absentismo
- Repercute positivamente en el carácter de las personas
- Reduce los costes de producción
- Reduce el impacto ambiental de los edificios
- Reduce el consumo energético por iluminación hasta en un 70%
- Reduce las horas pico de consumo

Área a iluminar

El área iluminada y el nivel de iluminación obtenido dependerán de forma muy importante de la altura “h” a la que se situó la salida de luz sobre el plano que nos interese iluminar. Cuanto mayor sea “h”, tanto mayor será la superficie iluminada, pero también menor su nivel de iluminación.

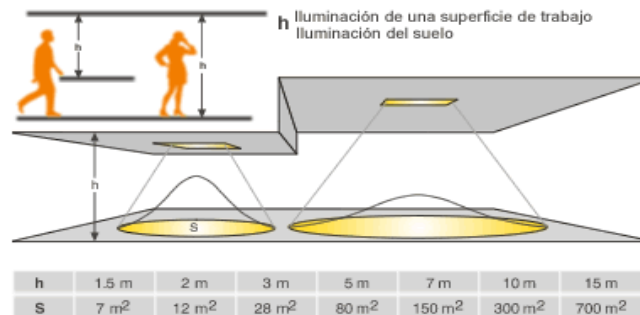


Fig. 2 Área a iluminar

Como norma general se recomienda una separación entre conductos de 3.5 metros. Esto es válido para la mayoría de casos aunque es posible separar más los conductos si la altura de techo es superior a 3.5 metros y si se desean niveles de iluminación no excesivamente altos.

Si se trata de obtener niveles de iluminación elevados no hay ningún problema en disponer de los conductos en distancias menores aunque no es recomendable una distancia superior a 1.5 h, siendo h la altura desde el plano de trabajo al difusor.

¿Cómo se distribuye la luz con el difusor?

La luz que sale de un conducto a través del difusor se distribuye aproximadamente según la gráfica de la figura. Es decir, máxima iluminación directamente bajo el difusor y menor a medida que nos alejamos.

El nivel de iluminación obtenido bajo un conducto de sol DEPLOSUN® se puede estimar aplicando la siguiente fórmula:

$$E = \frac{\Phi \cdot Fd}{h^2} \cdot (0.4)$$

Dónde:

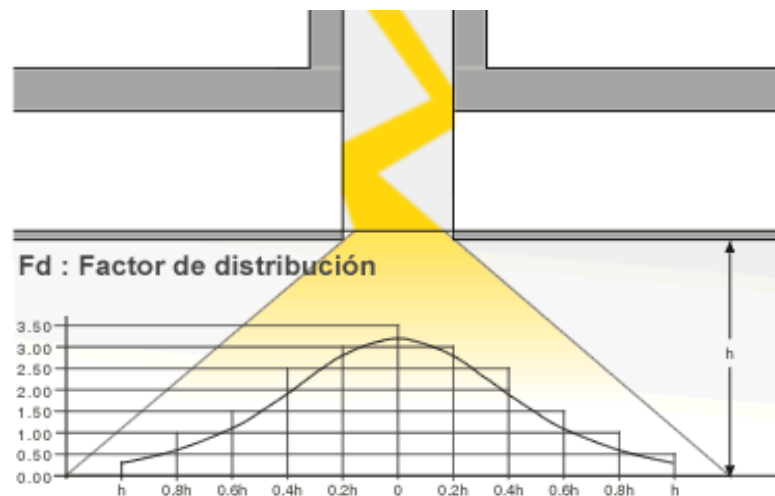
E: Iluminancia (nivel de iluminación Lux sobre una superficie horizontal)

F: Flujo luminoso emitido por el conducto (en Lumen).

Fd: Factor de distribución en un punto (obtenido de la tabla)

h: Distancia desde el difusor del techo al plano de medición (en metros)

Utilizar $Fd = 1$ para obtener un valor medio del nivel de iluminación. Utilizar los valores



Fd de la gráfica para obtener estimaciones en diferentes puntos de la superficie iluminada.

Fig. 3 Factor de distribución de luz.

Flujo luminoso (lúmen)
medio y máximo en función de la longitud del conducto

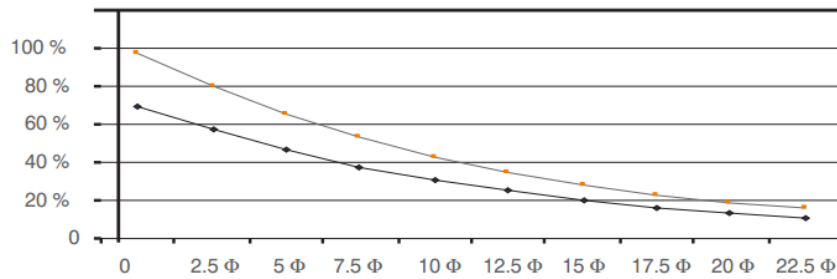


Fig. 4 Flujo luminoso

¿El calor es un problema?

Los conductos se dimensionan para dejar entrar la cantidad de sol justa para proporcionar la iluminación adecuada. La eficiencia de la cúpula y del material reflectante permite trabajar con entradas de luz muy pequeñas, lo que nos asegura que no haya un exceso de insolación y por consiguiente de calor. Todas las cúpulas llevan además dispositivos que aprovechan al máximo la entrada de sol en invierno mientras que protegen del sol alto e intenso de verano. Por otro lado, lo más importante es que la luz natural es la fuente de iluminación que menos calor genera frente a cualquier sistema de luz artificial.

Para generar el mismo nivel de iluminación el sistema aporta menos de una décima parte del calor generado por un sistema de bombillas incandescentes convencionales.

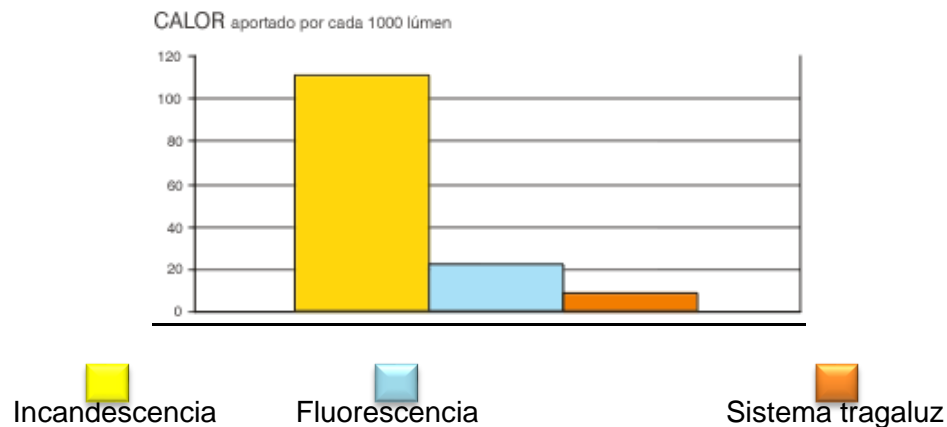


Fig. 5 Generación de calor

Mantenimiento

Los conductos de sol son elementos de mínimo mantenimiento. Eventualmente se puede

desmontar el difusor para limpiar sus superficies, tarea que se realiza cómodamente desde el interior de la sala iluminada. La cúpula, por otro lado, se considera auto-limpiable por la propia lluvia ocasional, que es suficiente para mantener el nivel de transparencia deseado. El interior del conducto no necesita ningún mantenimiento.

5.2 Iluminación LED.

Actualmente las lámparas de led se pueden usar para cualquier aplicación comercial, desde el alumbrado decorativo hasta el de viales y jardines, presentado ciertas ventajas, entre las que destacan su considerable ahorro energético, arranque instantáneo, aguante a los encendidos y apagados continuos y su mayor vida útil, pero también con ciertos inconvenientes como su elevado costo inicial.

Los diodos funcionan con energía eléctrica de corriente continua (CC), de modo que las lámparas de led deben incluir circuitos internos para operar desde el voltaje CA estándar. Los ledes se dañan a altas temperaturas, por lo que las lámparas de led tienen elementos de gestión del calor, tales como disipadores y aletas de refrigeración. Las lámparas de led tienen una vida útil larga y una gran eficiencia energética, pero los costos iniciales son más altos que los de las lámparas fluorescentes.

Un tubo fluorescente de 32W = Tubo LED de 10 vatios

Características del LED.

- Vida útil de 50,000 horas
- Genera luz blanca
- Variedad de diseños y colores
- Sin radiación UV
- Bajo consumo de energía
- Resistente a las vibraciones
- Pequeño y versátil
- Luz instantánea, sin parpadeo
- Amigable con el medio ambiente

¿Cómo instalar el tubo LED?

La conexión es relativamente sencilla, ya que el tubo LED no necesita elementos externos para

su funcionamiento. Además, los tubos LED son fabricados con las mismas medidas que los tubos fluorescentes tradicionales, entonces se puede hacer una sustitución de tubos en una misma lámpara. Pero para esto se deben retirar los componentes que ya existen en la lámpara y realizar los ajustes necesarios, para comprender mejor este proceso, podemos ver la siguiente imagen:

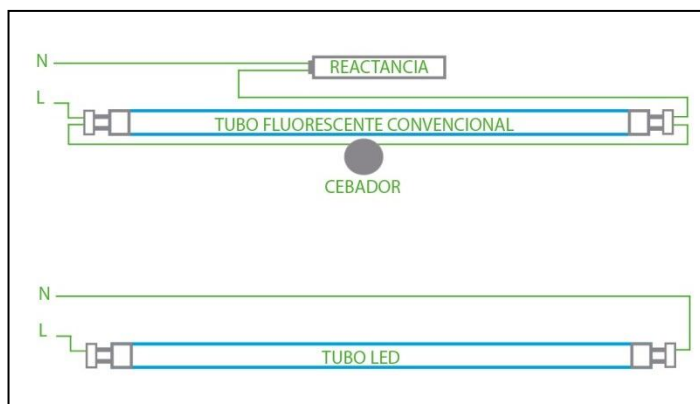


Fig. 6 Conexión de tubos led e incandescentes

El consumo de energía de los aparatos electrónicos.

De todos los recursos de los que depende la civilización moderna, la energía es probablemente el más importante. Pero durante mucho tiempo se ha considerado este recurso como algo evidente, como algo garantizado. El encarecimiento de la energía y la preocupación por las emisiones de gases de efecto invernadero hace que se estén valorando críticamente el uso que se hace de la energía.

En muchos sectores, el potencial de ahorro de energía es relativamente pequeño, de modo que una mejora de eficiencia energética de unos pocos puntos porcentuales se celebra como un gran éxito.

El lugar donde cada persona desarrolla su trabajo, después del hogar, es el sitio donde se pasa más tiempo a lo largo del día. Por este motivo, y teniendo en cuenta la cantidad y calidad del equipamiento y los servicios que la mayoría de las empresas nacionales ofrecen, se convierten en un lugar muy apropiado para aplicar buenas prácticas en el uso de la energía.

Se sabe que cada una de las oficinas o dependencias de una edificación (o empresa) son diferentes, también existen determinados equipos y servicios que consumen cierta cantidad de energía según sean los trabajos a realizar. Estos equipamientos deben utilizarse de un modo

eficiente, para ello lo primero que se debe hacer es informarse y tomar conciencia de cómo puede ser manejado.

Corresponderá a cada uno de los empleados actuar y tomar decisiones personales; o bien proponer opciones a la dirección de la institución y promover mejoras.

Los aparatos electrónicos representan otra buena parte del consumo energético en las instalaciones, situados después de la iluminación y de los motores eléctricos. Los computadores, impresoras, fotocopadoras, telefax, scanners y todo tipo de aparatos electrónicos que forman parte de las oficinas de hoy en día pueden ser una fuente grande de ahorro si se usan racionalmente.

Después de la revolución de la informática es imposible pensar en desligarse de estos avances tecnológicos. Las computadoras y todos sus periféricos están presentes en todas partes, en oficinas, hospitales, hoteles, aeropuertos y cada día, la invasión de computadoras hacia los hogares es mayor, se ha creado una dependencia, por consiguiente, lo que se debe hacer es conocerlas mejor y buscar la manera de que su uso no represente un consumo importante de energía.

El computador consume energía cuando está encendido y no se puede apagar cada vez que un empleado se ausente del puesto de trabajo por períodos cortos de tiempo, se recomienda que para periodos largos de tiempo se apague el monitor ya que este equivale a un bombillo de 100 W. Durante el tiempo de reuniones que pueden durar más de una hora, en las horas de las comidas y cuando se terminen las actividades diarias, se recomienda apagar completamente el computador.

La impresora es utilizada en pocas ocasiones, por consiguiente deben mantenerse apagadas y encenderlas al momento de su uso. En los casos que la impresora es compartida por varios usuarios, se debe a pagar al final de la jornada de trabajo.

Adicionalmente si la impresora, scanner, fotocopadora, etc. tiene un sistema de ahorro de energía, configurarlo correctamente.

5.3 Computadoras

Los monitores LCD (pantalla de cristal líquido) consumen una media de un 50 a 70% menos de

energía en el modo encendido que los monitores convencionales CRT (dispositivo de tubo catódico). Un estudio reciente de LBNL ("Lawrence Berkeley National Laboratory" con sus siglas en inglés; en español conocido como: Laboratorio de Radiación Berkeley) sobre los nuevos monitores y los ordenadores personales afirma que los monitores LCD de 15" consumen en modo encendido un 30% de lo que consume un monitor CRT de 15" y los monitores LCD de 17" consumen aproximadamente un 50% de lo que un CRT de 17". Esta ventaja disminuye a medida que aumentan las dimensiones de la pantalla LCD.

Ahorro

En general, con una media de 8 horas de trabajo diario, el ahorro energético de un monitor LCD frente a un CRT del mismo tamaño podría llegar hasta 225 kWh al año lo que, dependiendo de la tasa de su factura eléctrica local, puede suponerle un ahorro de hasta \$300.00 anuales y hasta unos \$3,000.00 a lo largo de la vida útil del producto.

Los monitores LCD presentan también otras ventajas adicionales como el ahorro de espacio, una mejor visualización de la imagen y la posibilidad de ahorrar en el aire acondicionado. Por lo tanto, además de resultar la opción más viable en cuanto a favorecer la conservación del medio ambiente, los LCD suponen también la opción más rentable en términos económicos tanto para la oficina como para los usuarios domésticos.

Hoy en día, con la eliminación de los inconvenientes que en un principio presentaba la tecnología LCD, este tipo de monitores resultan aptos para cualquier sector. La última generación presenta las mismas especificaciones y, en ocasiones mejores que las de los CRT, en cuanto a luminosidad, brillo, ghosting (rastros espectrales en la pantalla)

5.4 Los motores eléctricos y sus características.

Alrededor de un poco más del 50% del consumo de la energía eléctrica generada se debe al funcionamiento de los motores eléctricos. Incontables ejemplos de su aplicación, se tienen en la industria, el comercio, los servicios y el hogar.

El ahorro de energía comienza desde la selección apropiada de los motores. Siempre hay uno adecuado a las necesidades que se tienen, tanto en lo que respecta a su tipo por condiciones ambientales de operación, por condiciones de arranque o regulación de velocidad, así como por su tamaño o potencia. Los mayores ahorros de energía eléctrica se obtienen cuando el motor y su carga operan a su máxima eficiencia.

¿Qué es la eficiencia en un motor?

La eficiencia o rendimiento de un motor eléctrico es una medida de su habilidad para convertir la potencia eléctrica que toma de la línea en potencia mecánica útil.

Se expresa usualmente en el porcentaje de la relación de la potencia mecánica entre la potencia eléctrica, esto es:

No toda la energía eléctrica que un motor recibe, se convierte en energía mecánica. En el proceso de conversión, se presentan pérdidas, por lo que la eficiencia nunca será del 100%. Si las condiciones de operación de un motor son incorrectas o este tiene algún desperfecto, la magnitud de las pérdidas, puede superar por mucho las de diseño, con la consecuente disminución de la eficiencia.

Para calcular la eficiencia, las unidades de las potencias deben ser iguales. Como la potencia eléctrica se expresa usualmente en kilowatts (kW) en tanto que la potencia mecánica en caballos de potencia (HP), las siguientes equivalencias son útiles para la conversión de unidades:

- 1 HP = 0,746 kW
- 1 kW = 1,34 HP

Si un motor tiene una eficiencia del 85%, quiere decir que el motor convierte el 85% de su energía eléctrica en mecánica, perdiendo el 15% en el proceso de conversión. En términos prácticos, se consume (y se paga) inútilmente la energía utilizada para hacer funcionar al motor. Emplear motores de mayor eficiencia, reduce las pérdidas y los costos de operación.

Los incrementos que han experimentado el costo de los energéticos a nivel mundial, han orientado a los fabricantes de motores a lograr principalmente motores de alta eficiencia, con rendimientos de hasta un 96% y cuyo costo adicional sobre los convencionales se puede pagar rápidamente con los ahorros que se tienen en el consumo. Vale la pena considerar su utilización.

Cuidado con las reparaciones

La reparación inadecuada de un motor puede ocasionar un incremento en las pérdidas y adicionalmente en los motores de corriente alterna, la reducción del factor de potencia. Todo esto conduce a una disminución de su eficiencia.

Por ejemplo un motor que sufrió un desperfecto en su devanado y que por ello hay que rebobinarlo, puede disminuir su eficiencia considerablemente, si durante el proceso de reparación se presenta:

- Calentamiento desmedido del hierro al quitar el devanado
- Daños en las ranuras al quitar el devanado dañado y montar el nuevo
- Diferente calidad y calibre del alambre
- Diferente número de vueltas
- Daños a los cojinetes y mal alineamiento.
- Mayor tiempo de secado final

Por esto es importante que cuando un motor sea reparado, los trabajos los efectúe personal calificado para garantizar que la reparación sea realizada correctamente y que los materiales empleados sean de calidad igual o superior a los originales.

La misma atención se debe prestar a las partes eléctricas del motor, como a los componentes mecánicos, tales como los cojinetes, el eje y el sistema de ventilación o enfriamiento. Con frecuencia los daños que sufren los devanados tienen su origen en desperfectos mecánicos.

Un motor mal reparado al ser instalado nuevamente, gastará más energía que antes. Cuando los daños sean mayores puede resultar más económico sustituir un motor que repararlo. Se puede evaluar la posibilidad de hacerlo y si se decide, este podrá ser remplazado por un motor de alta eficiencia.

Motores eléctricos y el factor de potencia

Los motores de inducción por su simplicidad de construcción, su velocidad prácticamente constante, su robustez y su costo relativamente bajo, son los motores más utilizados en la industria. Sin embargo, tienen el inconveniente de que aún en óptimas condiciones, consumen potencia reactiva (kVAR) por lo que son una de las causas principales del bajo factor de potencia en las instalaciones industriales.

El factor de potencia es indicativo de la eficiencia con que se está utilizando la energía eléctrica para producir un trabajo útil. Se puede definir como el porcentaje de la relación de la potencia activa (kW) y la potencia aparente o total (kVA).

Un bajo factor de potencia significa energía desperdiciada y afecta a la adecuada utilización del

sistema eléctrico. Por esta razón en las tarifas eléctricas, se ofrece una reducción en las facturas de electricidad en instalaciones con un factor de potencia mayor del 90% y también se imponen cuotas a manera de multas si el factor de potencia es menor que la cifra señalada.

Ya que los motores de inducción son una de las causas principales del bajo factor de potencia, se sobreentiende que no son los únicos que causan este fenómeno.

Se pueden tomar las siguientes medidas según sea el caso para corregirlo:

- Selección justa del tipo, potencia y velocidad de los motores que se instalan
- Empleo de motores trifásicos en lugar de monofásicos
- Aumento de la carga de los motores a su potencia nominal (evitar sobredimensionamiento del motor)
- Evitar el trabajo prolongado en vacío de los motores
- Reparación correcta y de alta calidad de los motores
- Instalación de capacitores en los circuitos con mayor número de motores o en los motores de mayor capacidad.

Corregir el bajo FP en una instalación es un buen negocio, no sólo porque se evitarán los cargos en la facturación que esto origina sino porque los equipos operan más eficientemente, reduciendo los costos por consumo de energía.

5.5 Eficiencia Energética sector construcción de Edificios

La Eficiencia Energética se puede definir como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir nuestro confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso.

La reducción de la intensidad energética es un objetivo prioritario para cualquier economía, siempre que su consecución no afecte negativamente al volumen de actividad. Uno de los parámetros que determinan la correlación entre consumo de energía y crecimiento económico es la evolución de la intensidad energética, indicador generalista que señala la relación entre consumos de energía y el Producto Interior Bruto. La energía se obtiene a partir de las Fuentes de energía y las cantidades disponibles de dichas fuentes es lo que se denomina Recursos Energéticos. El carácter limitado o ilimitado de dichas fuentes nos permite diferenciarlas y valorarlas en términos de sostenibilidad partiendo de la evidencia de que la atmósfera está alcanzando su límite medioambiental y de que el consumo energético sigue creciendo, con

zonas del planeta en pleno desarrollo demandando su equiparación energética con el mundo desarrollado.



Figura. 7 Arquitectura bioclimática. Techo con vegetación.

El diseño arquitectónico es la base de la eficiencia energética en la edificación (Bioclimático). Básicamente se trata de utilizar la geometría solar para iluminar y calentar y ventilar de manera natural.

Si se considera que la posición del sol, la iluminación natural aporta aproximadamente el doble de flujo luminoso que una artificial, aunque debe ser tratada con difusores y con la reflexión que producen los colores de los interiores.



Figura.8 Edificio arquitectónicamente bioclimático.

Los Programas de Ahorro y Eficiencia Energética, tienen como objetivo:

- Asegurar el abastecimiento de energía para el conjunto de la sociedad en condiciones de eficiencia productiva, con una composición equilibrada y acorde con la dotación de recursos naturales disponible y provocando el menor impacto ambiental posible.
- Lograr una mayor eficiencia en el uso de la energía en el ámbito del consumo final.
- Promover el uso de las fuentes nuevas y renovables de energía, tanto para mejorar el abastecimiento de energía en el medio rural, como para disminuir el impacto ambiental de la provisión de energía al conjunto de la sociedad y diversificar la oferta energética.

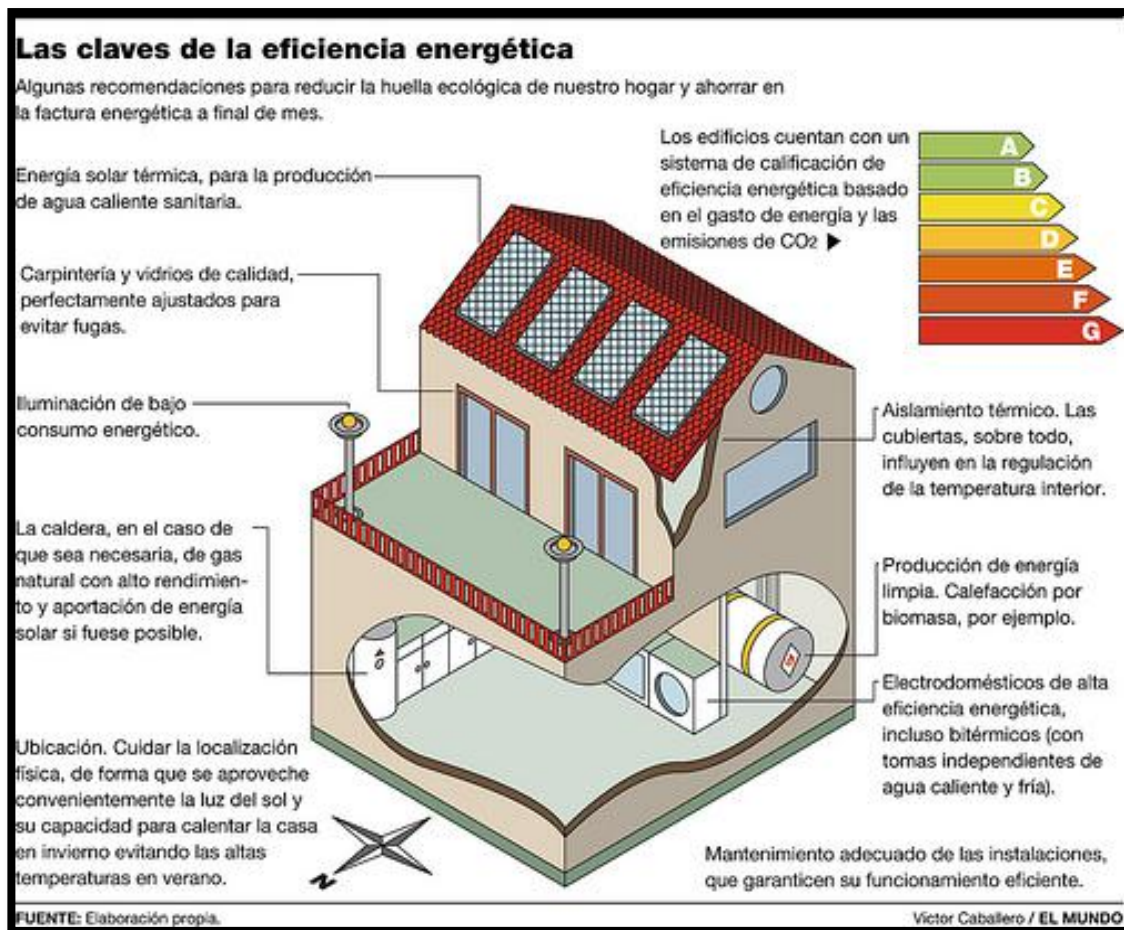


Figura.9 Claves de la eficiencia energética.

5.5.1 REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS Y VIVIENDAS.

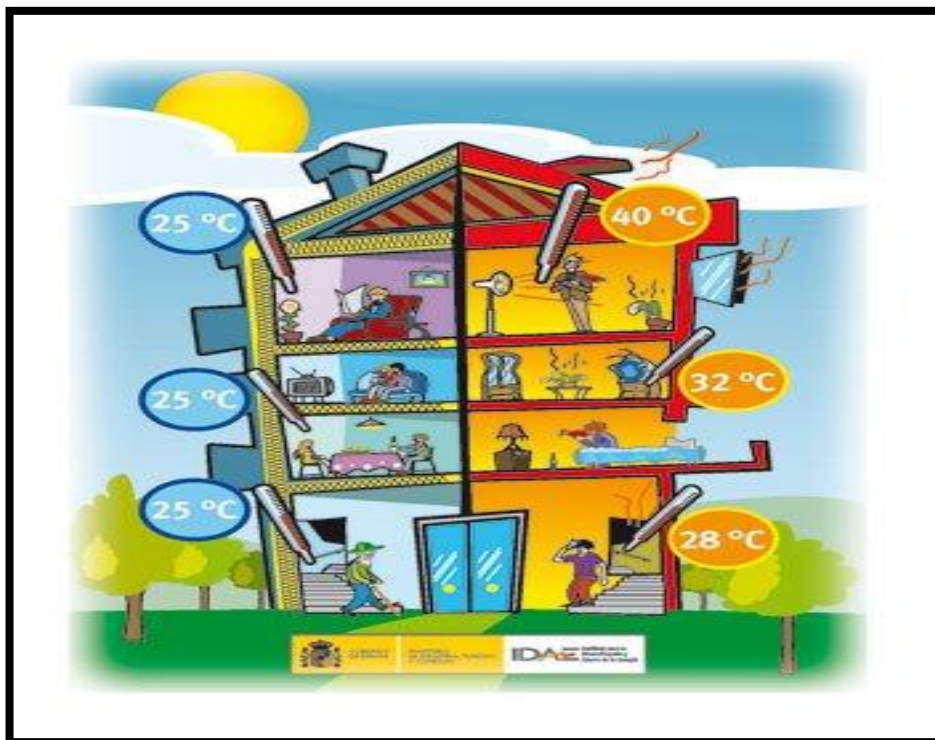


Figura.10 Rehabilitación energética en edificios. Aislamiento térmico

Según la organización ecologista WWF es imprescindible para ayudar a combatir el cambio climático que se reduzca las emisiones y se ahorre energía en edificaciones.

La rehabilitación energética consiste en arreglar y mejorar el aislamiento térmico, equipamiento de las edificaciones para que sean más eficientes.

Mejorando las edificaciones se puede ahorrar hasta un 85% de la factura de electricidad.

La Unión Europea estima que alrededor del 40% del consumo eléctrico total corresponde a edificios y viviendas residenciales y comerciales. Además de producir más del 30% de las emisiones de dióxido de carbono. Es muy importante mejorar las construcciones ya existentes y además exigir a las nuevas construcciones que se inicien, sea más eficiente en cuestiones energéticas para aprobarlas. Para el año 2020 la Unión Europea tiene como objetivo reducir significativamente las emisiones de dióxido de carbono producidos por la baja eficiencia energética de viviendas y edificaciones comerciales.

Algunos de los aspectos más relevantes de la rehabilitación energética consisten en mejorar el aislamiento de puertas, ventanas y otros espacios para mantener y aprovechar mejor la climatización.

Lograr el recambio de la iluminación convencional por LED o lámparas de bajo consumo, mejor aprovechamiento de la luz solar, utilización de energías renovables como la colocación de paneles solares para producir electricidad limpia, utilización de sistemas automáticos para controlar la iluminación y otros aparatos, uso de calderas, aires acondicionados eficientes, entre otras modificaciones.

La rehabilitación energética se desarrolla tanto en el interior como fuera de las edificaciones en la fachada y techos para que sea realmente eficiente.

Todos los países de la Unión Europea están realizando acciones para fomentar la rehabilitación energética como una forma de ahorrar energía disminuir la contaminación pero además crear empleos en el sector de mantenimiento y construcción.

Con la rehabilitación de edificios ganan todos ya que el dueño de la vivienda o comercio gasta muchos menos en electricidad, se reactiva el empleo con las refacciones y se disminuye notablemente las emisiones de dióxido de carbono. Es una opción interesante a tener en cuenta, hay ayudas estatales para quienes desean mejorar sus construcciones.

5.5.2 CRITERIOS GENERALES DE INTERVENCIÓN EN LA EDIFICACIÓN.

¿Cómo lo hacemos?

- Inicialmente se estudia el comportamiento térmico real del edificio. A través de las facturas de los suministradores de energía y mediante un programa informático donde se simula el comportamiento del edificio.
- Se analizan cuáles son los puntos débiles y se determinan posibles soluciones.
- Se calcula la viabilidad energética y económica en cada una de esas posibles soluciones.
- Conocidos todos estos datos se opta por la solución más viable y se procede a la rehabilitación del edificio.

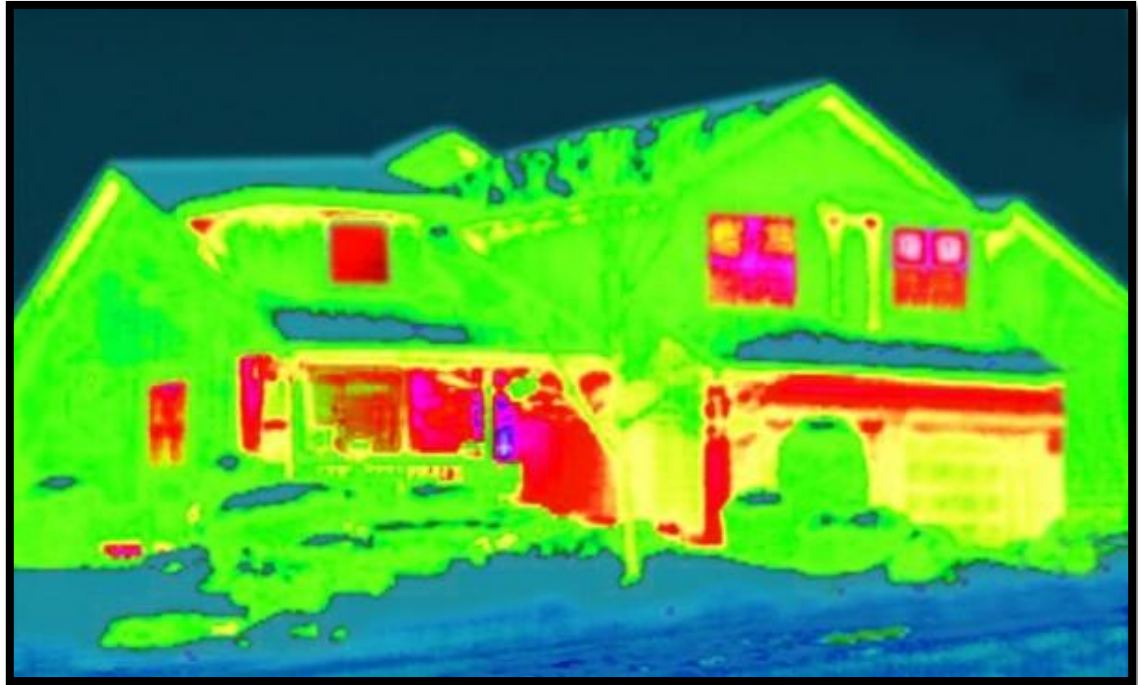


Figura. 11 Análisis de temperatura en edificio.

5.5.3 ASPECTOS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE UN EDIFICIO.

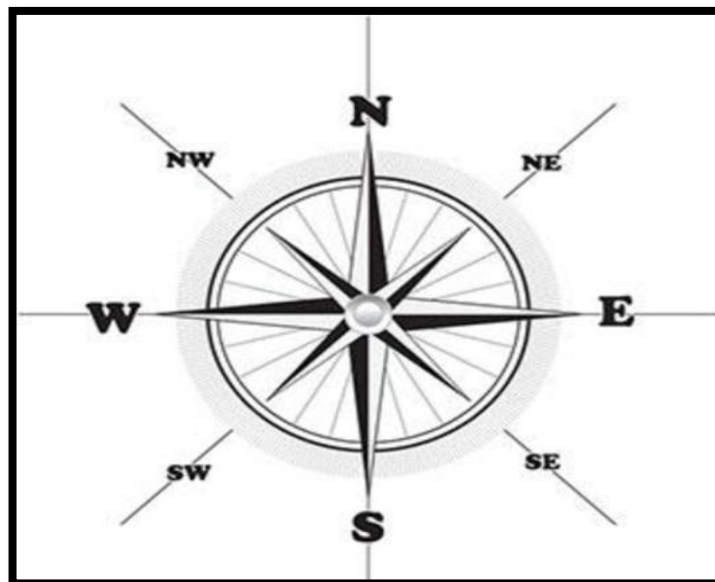


Figura. 12 Orientación del edificio.

Son muchos los aspectos que intervienen en el comportamiento térmico de un edificio, a continuación se exponen los que más influyentes.

- La zona climática.
- La orientación del edificio.
- El diseño del edificio.
- Los materiales y sistemas constructivos utilizados en su construcción.

Cada edificio se comporta de manera diferente según sea su ubicación, su entorno, su orientación, la forma y la composición de los cerramientos de la envolvente. Para cada edificio a rehabilitar hay que hacer un estudio de estos condicionantes iniciales.

5.5.4 PROCESO DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN EDIFICIOS.

1. Estudio Previo, Auditoría.

La auditoría energética es necesaria para identificar la composición, diseño y actividades del edificio con posibilidad de mejora y aportar información de las posibles actuaciones de eficiencia energética.

Esta primera fase consiste en:

- toma de datos: principales deficiencias detectadas por los usuarios del edificio, tipos y modelos de aparatos consumidores de energía instalados en el edificio para su climatización así como sus características energéticas, materiales y sistema constructivo que forma la envolvente térmica del edificio.
- recopilación de información referente al consumo energético actual del edificio
- cálculo del balance térmico del edificio en estado actual.
- Posibles actuaciones para la rehabilitación energética del edificio
- Valoración económica de las actuaciones y viabilidad económica de la inversión.

2. Desarrollo de la intervención.

En esta fase analizan todas las posibilidades de mejora y cuáles son las que más se adaptan a las prioridades y necesidades que requiere el edificio, teniendo en cuenta criterios como el coste económico, la disponibilidad de subvenciones o las molestias que puede provocar la solución propuesta.

A la vez, se analizan otras medidas dirigidas a optimizar la producción de energía, así como los equipos de consumo y las medidas conductuales que les afecten.

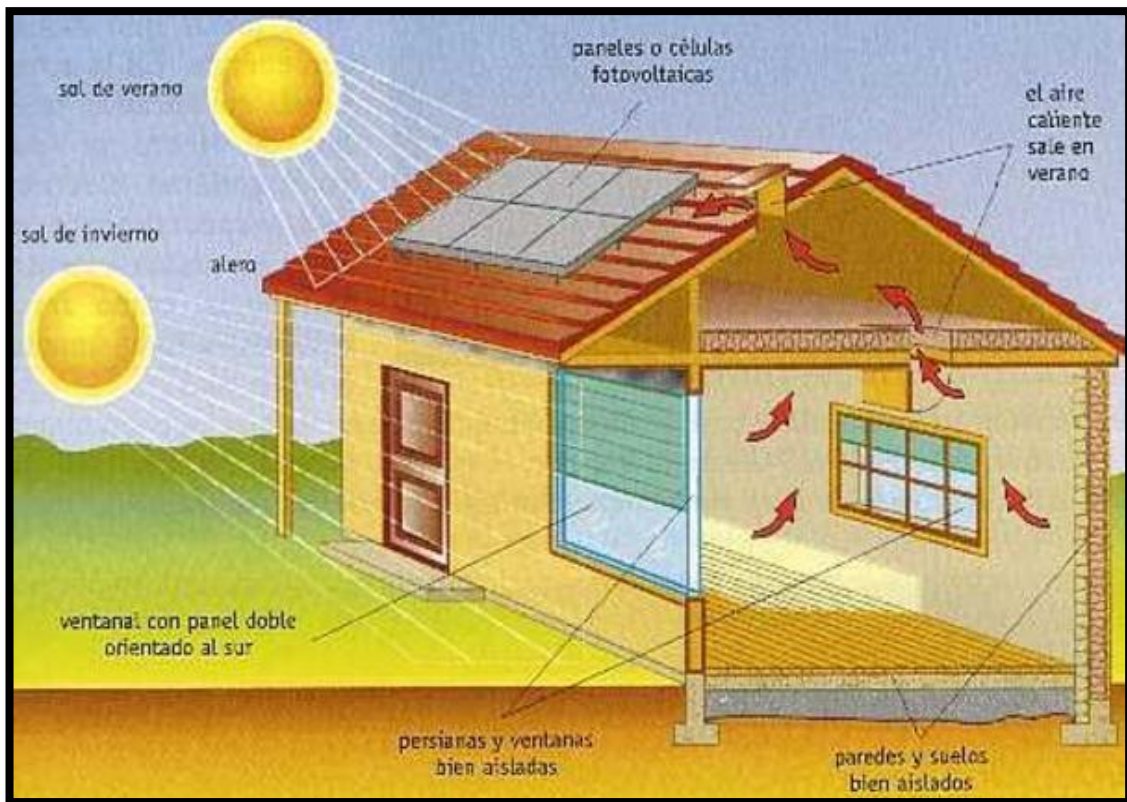


Figura.13 Estrategias para la eficiencia energética en viviendas.

3. Fase de Ejecución.

En esta fase, se procede a la elaboración de los proyectos necesarios, así como de la gestión de contratación de obras, equipos y servicios que de ellos se deriven.

4. Fase de análisis.

En esta última fase se analizan los resultados, se recoge la información referente a consumos durante un mínimo de un año a partir de finalizada la rehabilitación y se comprueba que el ahorro conseguido es igual o superior al previsto. Con esta fase se da por concluida la rehabilitación energética.

AULA BIOCLIMÁTICA.

Es aquella que se trata de adaptar a las condiciones climáticas particulares de un determinado

lugar, logrando las mejores condiciones de confort en el interior de ella, con el menor apoyo posible de fuentes de energía auxiliar.

La arquitectura bioclimática no es algo nuevo, sino que gran parte de la arquitectura tradicional funciona según los principios bioclimáticos, cuando las posibilidades de climatización artificial eran escasas y costosas.

Es importante para un aprovechamiento máximo de las fuentes de energía naturales que haya un planeamiento urbanístico total en el cual se estudien aspectos tales como la situación y distribución de los edificios; las distancias entre ellos y las alturas de construcción para evitar sombras en invierno; las zonas de arbolado necesarias para el aprovechamiento de la radiación solar y la protección del viento; la temperatura, velocidad del viento y la humedad relativa.

El confort térmico es una sensación que varía de una persona a otra aunque depende de la temperatura seca, de la humedad, de la velocidad del viento, de la temperatura interior del ambiente, del metabolismo de la vestimenta de las personas. En este caso de los alumnos y de la de los profesores.

En climas fríos, es interesante aprovechar la radiación solar mediante sistemas activos y pasivos, protegerse de las bajas temperaturas exteriores mediante adecuados materiales aislantes e impedir el efecto del viento predominante. En climas cálidos el efecto es contrario, hay que protegerse contra la radiación solar mediante zonas de sombras próximas a las aulas y de las altas temperaturas exteriores mediante aislamientos adecuados, así como aprovechar la ventilación natural.

ELEMENTOS.

Los elementos que existen los podemos clasificar en pasivos y en activos.

ELEMENTOS SOLARES ACTIVOS.

Los activos hacen referencia al aprovechamiento de la energía solar mediante sistemas mecánicos y/o eléctricos: colectores solares (para calentar agua o para calefacción) y paneles fotovoltaicos (para obtención de energía eléctrica).

ELEMENTOS SOLARES PASIVOS.

Están constituidos por una superficie captadora formada por Vidrios, materiales plásticos transparente y por una superficie De almacenaje formada por los muros, suelos y techos del edificio. Las superficies captadoras más habituales son las ventanas, Atrios y lucernarios.

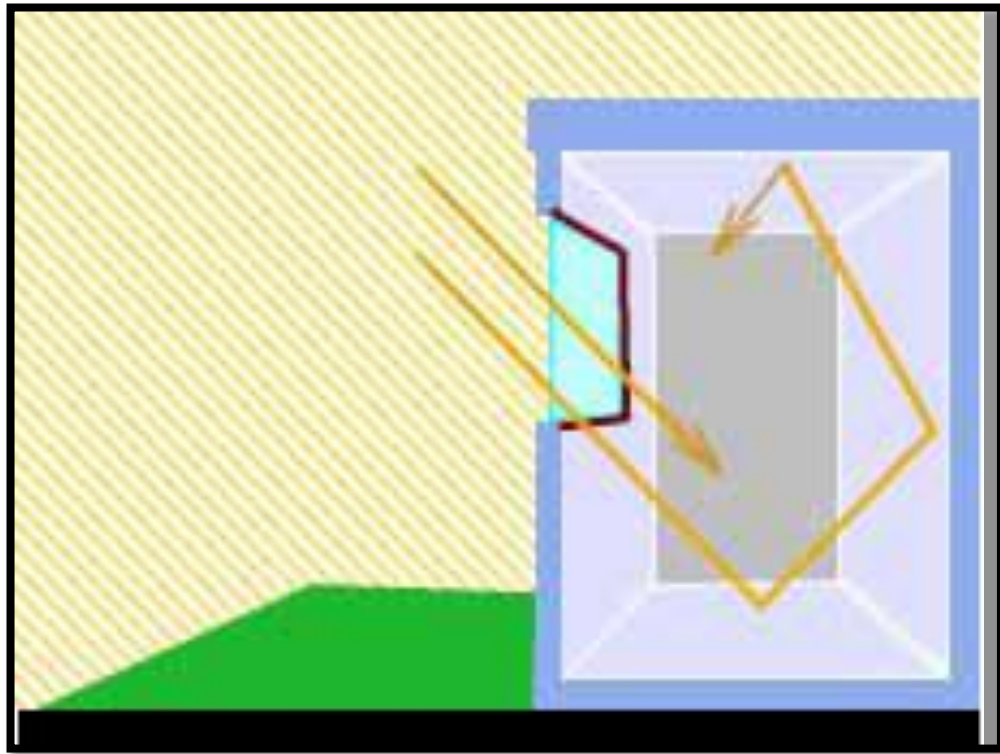


Figura.14 Ventana de vidrio captadora de rayos solares.

RADIACIÓN SOLAR.

Considerar elementos de protección y control de la radiación solar, para evitar sobrecalentamiento en verano, por los vanos que permitan controlar las ganancias térmicas en verano aprovechando dicho aporte térmico en invierno.

Esto considera principalmente elementos de protección frente a ventanas y/o balcones (protecciones del tipo celosías, rompesoles, parasoles, uso de vegetación, etc.)

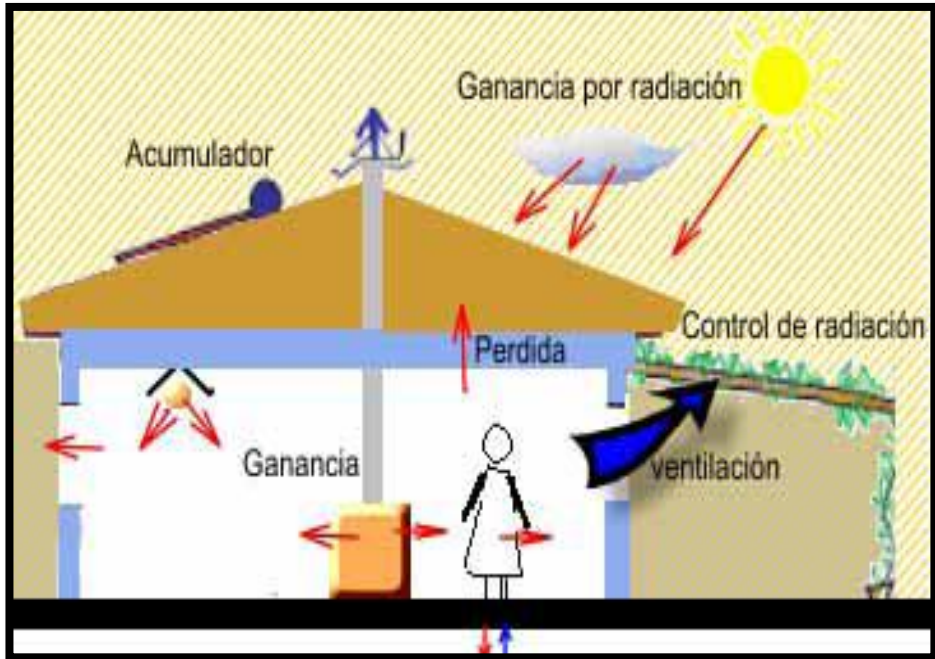


Figura.15 Control y protección para la radiación solar.

Paredes, techos y el sobre crecimiento serán con materiales que tengan bastante resistencia a la transferencia del calor. Este criterio es válido para climas en que la diferencia de temperatura entre el día y la noche oscile en 10 °C., más no en los que se mantengan constante.

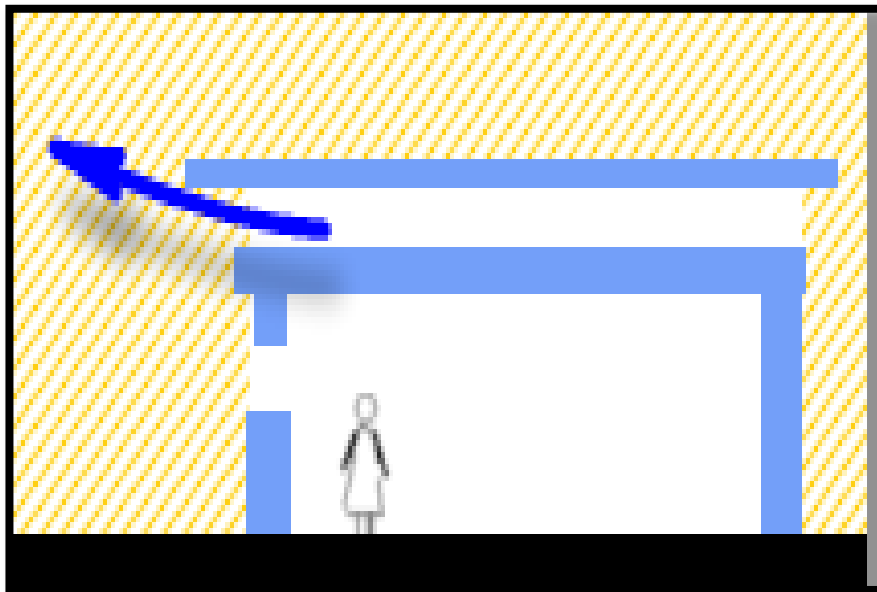


Figura.16 Estilo de techo para resistir la transferencia de calor.

Para climas tropicales, es importante tener en cuenta el uso de la mínima masa estructural, a fin de disminuir el almacenaje térmico. La edificación que tenga poca capacidad de retener el calor, cuando sople el viento o llueva se enfriará más rápidamente.

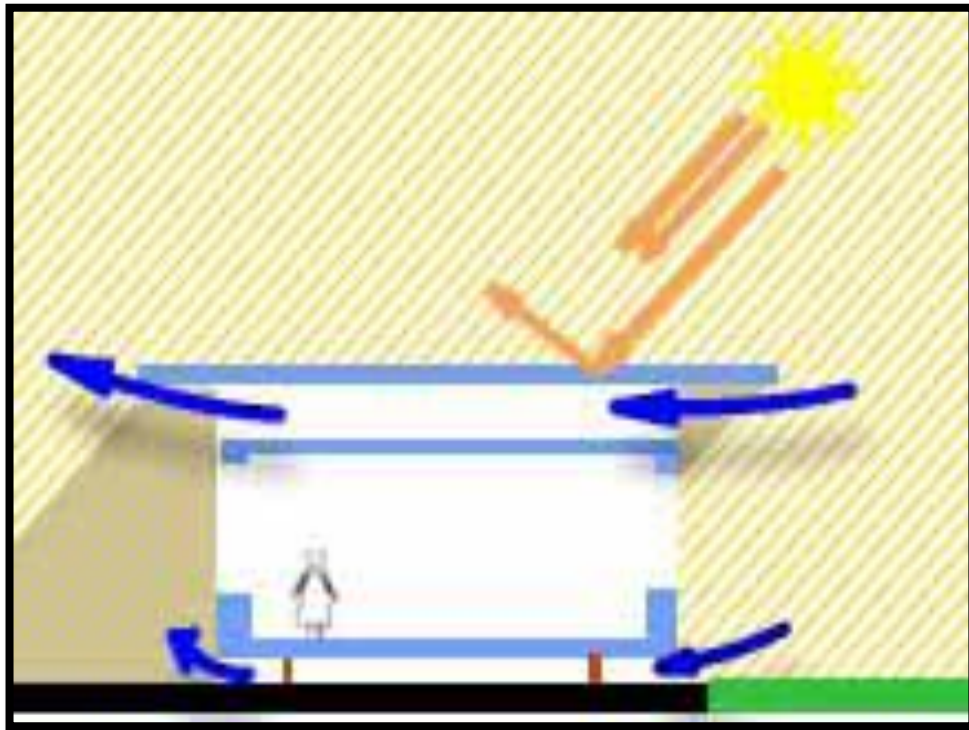


Figura. 17 Techo horizontal con gran área de ventilación.

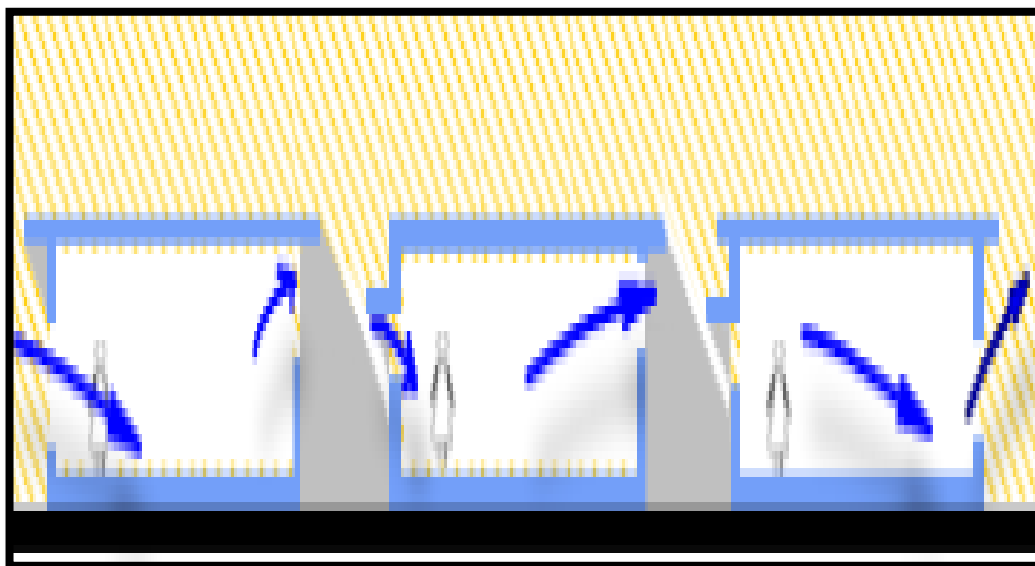


Figura. 18 Distribución del aire en diversas aulas.

PATIOS SOMBREADOS.

El patio como espacio sombreado es un medio eficaz de refrigeración, se puede cubrir en los días calurosos a modo de celosías ligeras, a manera de interponerse a la entrada del sol.

Las aberturas contribuirán a la ventilación, lo mismo que una fuente y la vegetación. En la noche, al retirar el elemento de sombra la radiación espacial y la evaporación no retendrán su acción de enfriamiento.

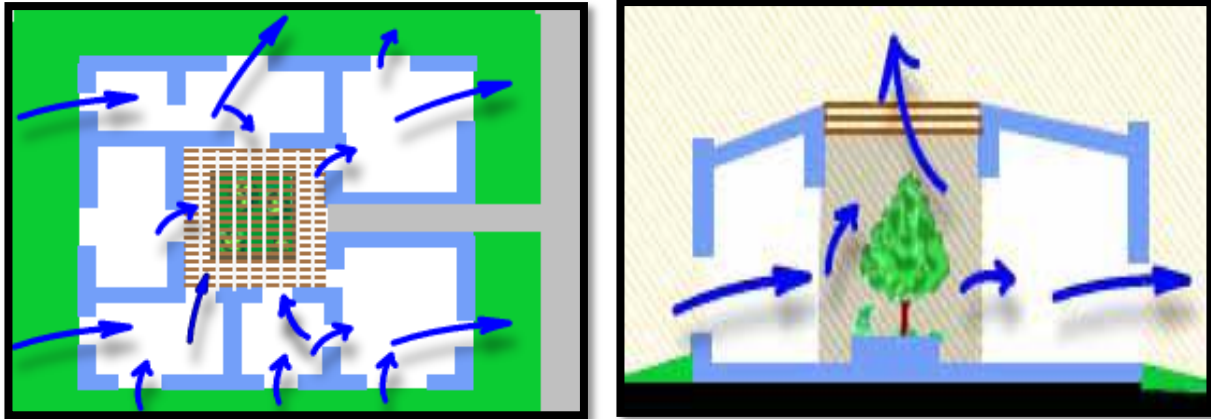


Figura. 19 Patios para refrigeración de las instalaciones.

UTILIZACIÓN DE LA “CHIMENEA SOLAR”.

Usa la convección del aire para crear ventilación, por medio del efecto de sobrecalentar el aire atrapado por la chimenea, obligado a subir rápidamente, succionándolo por un espacio que se conecta a la chimenea. Dentro de los sistemas pasivos, es el más usado, no altera el costo de la edificación.

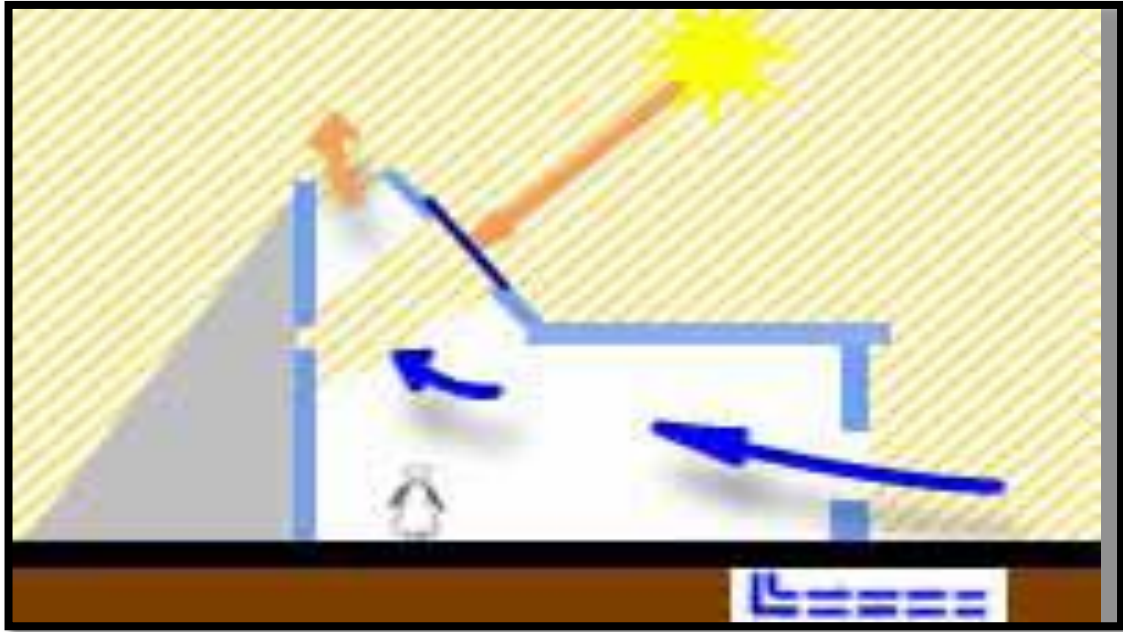


Figura. 20 Chimenea solar.

UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN DE UN LOCAL EDUCATIVO.

La ubicación de la edificación de un local educativo tomará en cuenta el impacto del viento, desde un comienzo del estudio, de tal forma que el diseño final corresponda a un urbanismo que preserve el confort de sus futuros usuarios, en este caso de los alumnos y profesores.

La forma que adoptan las edificaciones de las aulas, nos permitirá controlar los efectos de la temperatura, radiación solar, humedad y ventilación en los espacios interiores, produciendo cierto grado de aislamiento, de acuerdo con las diferentes características climáticas de cada región.

En climas muy cálidos y húmedos: Al desarrollar una planta lineal y abierta, se está aprovechando al máximo la acción de los vientos y se refrescaría la temperatura interior alta, se liberaría el exceso de humedad ambiental.

En clima cálido-húmedo: En una planta abierta con patio mediante la ventilación se libera la humedad, pero conserva cierto aislamiento para equilibrar diferencias de temperatura entre el día y la noche.

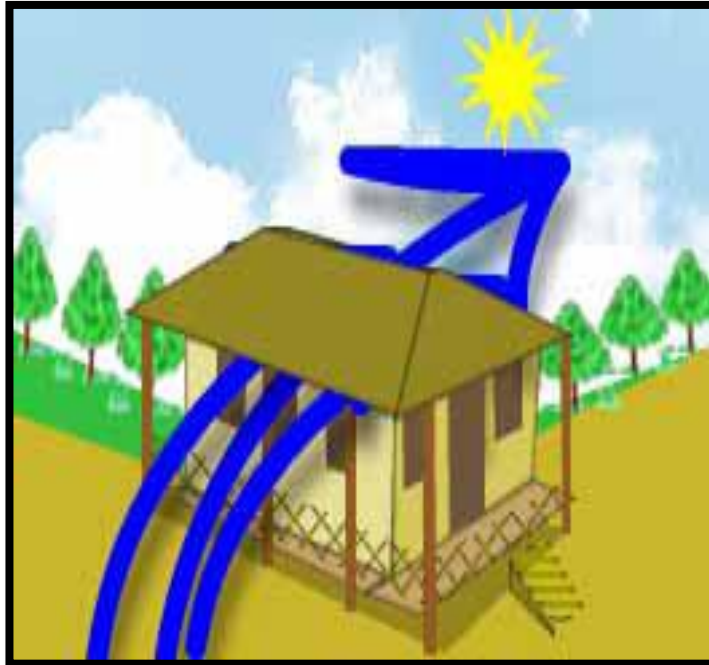


Figura.21 Planta lineal y abierta para máxima acción de vientos.

En climas templados con escasa humedad: Una planta cerrada con patio aísla de tal forma que permite equilibrar las diferencias de temperatura entre el día y la noche.

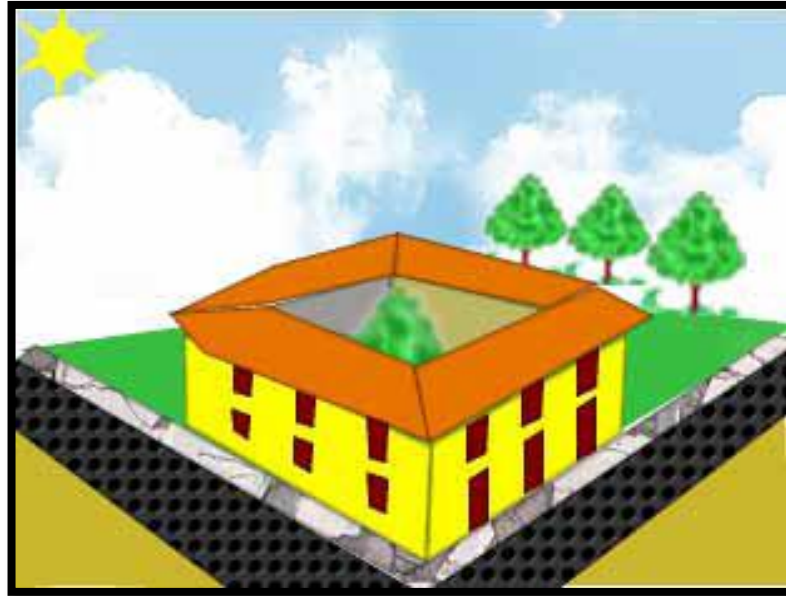


Figura. 22 Planta cerrada con patio central.

En climas cálidos con vientos fuertes: Las aulas se ubicarán separadas pero protegidas con vegetación, de esta forma se controlan los vientos y se permite liberar el exceso de humedad.

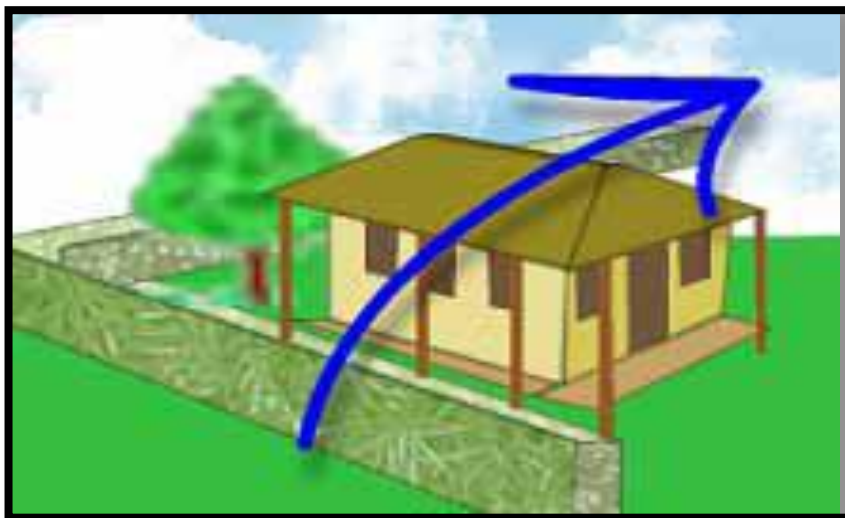
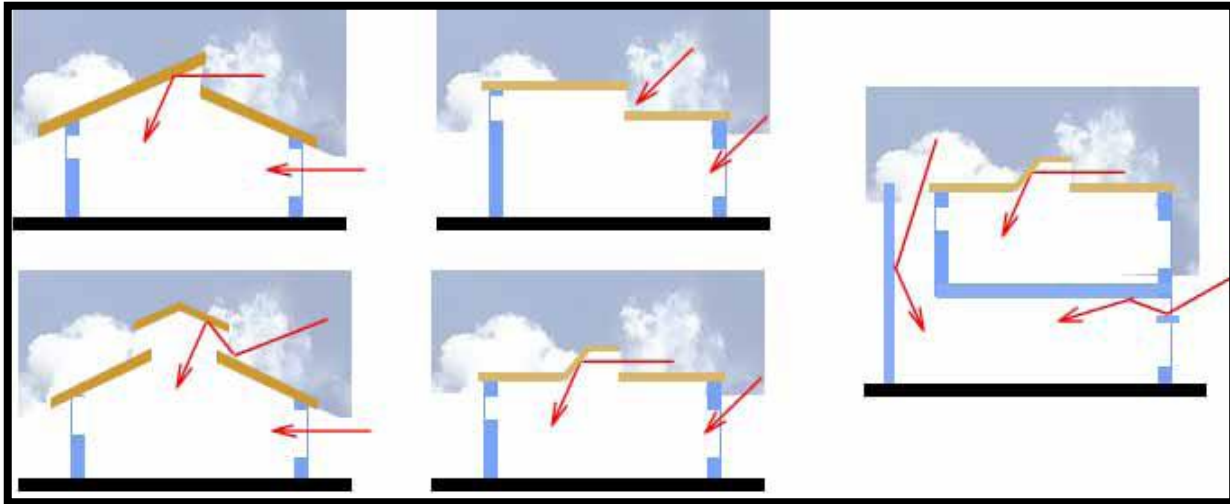


Figura.23 Aula con protección para controlar los vientos.

CRITERIOS GENERALES DE ILUMINACIÓN.

En el ejemplo anterior, se aprecia un buen porcentaje de área de ventana respecto al área de piso, siendo la distribución resultante buena. Las construcciones de un piso tienen ventajas

desde el punto de vista lumínico, ya que permiten aprovechar de iluminación cenital, así como la facilidad de acceso a discapacitados. En los casos de dos niveles o más, se podrían utilizar conductos de sol y repisas.



Zona con Alta Precipitación Zona con baja o nula Precipitación Zona de primer piso, con uso de repisas y Conductos de sol

Figura. 24 Tipo de techos para generar iluminación.

TIPOS DE VENTILACIÓN.

A) VENTILACIÓN NATURAL.

Se denomina ventilación natural al proceso de intercambio de aire del interior de una edificación por aire fresco del exterior, sin el uso de equipos mecánicos que consuman energía tales como acondicionadores de aire o ventiladores.

El movimiento del aire se origina por la diferencia de presiones, la cual tiene dos fuentes: gradiente de temperaturas o efecto dinámico del viento al chocar contra la edificación. En las regiones tropicales, el movimiento del aire de origen térmico puede ser despreciable, dada la poca diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior.

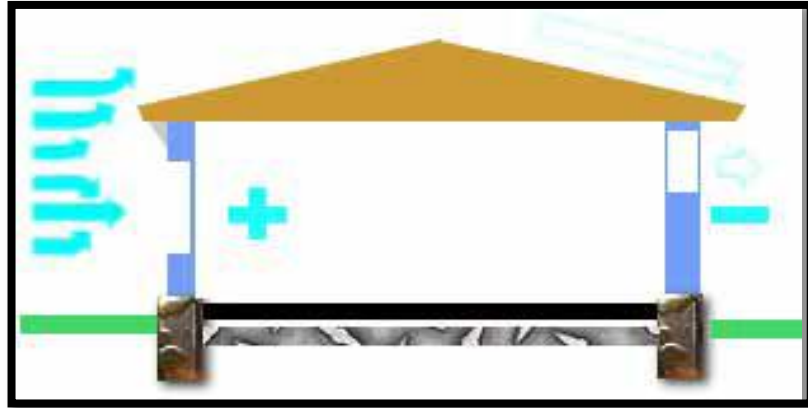


Figura.25 Método de ventilación.

B) VENTILACIÓN FORZADA.

Por el contrario, la fuerza dinámica provee mayor velocidad y remoción del aire a los ambientes interiores, factor de suma importancia para el confort térmico en climas cálidos. La ventilación natural, utilizada en combinación con el aislamiento, la masa térmica y las protecciones solares, pueden reducir o eliminar la necesidad del aire acondicionado en los espacios interiores. Para maximizar las oportunidades de ventilar naturalmente en los salones de clases deben asegurarse un irrestricto acceso a los vientos exteriores. La velocidad del aire en un ambiente está condicionada por la velocidad del viento incidente y de los campos de presión que se generan alrededor de la edificación, los cuales están determinados por la implantación y forma de la edificación, la permeabilidad de las fachadas y la distribución interior de los ambientes.



Figura. 26 El aire caliente tiende a elevarse. Se generan corrientes de aire fresco por la sombra y por la evapotranspiración.

FUENTES DE RUIDO EN LOCALES EDUCATIVOS.

Varias son las fuentes de ruido en los locales educativos. En primer lugar, afectando a las aulas que dan a la calle, tenemos el ruido del tránsito. Una segunda fuente son los gritos de los niños. Esta fuente es especialmente importante en clases de actividades prácticas, así como en clases de gimnasia u otras en las cuales el silencio no sea condición imprescindible.

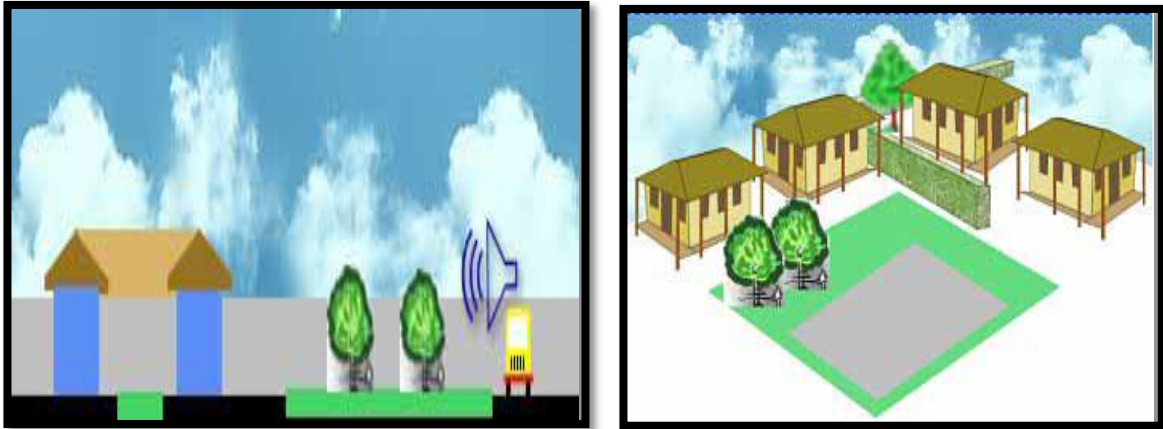


Figura.27 Fuentes de ruido en aulas.

LOS TECHOS.

Los techos horizontales están expuestos a la acción de los rayos del sol durante 12 horas del día, independientemente de la orientación del edificio. No sucede así con los techos inclinados, pues en este caso dependerá de la latitud, ángulo con la horizontal y la orientación de los mismos. Esto lo convierte en uno de los elementos más críticos de la construcción en relación con la ganancia por conducción de la energía solar.

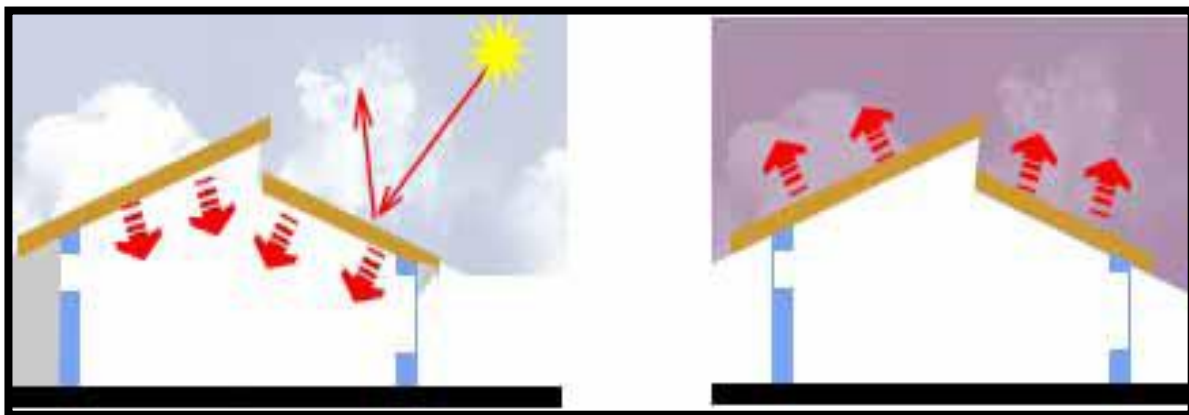


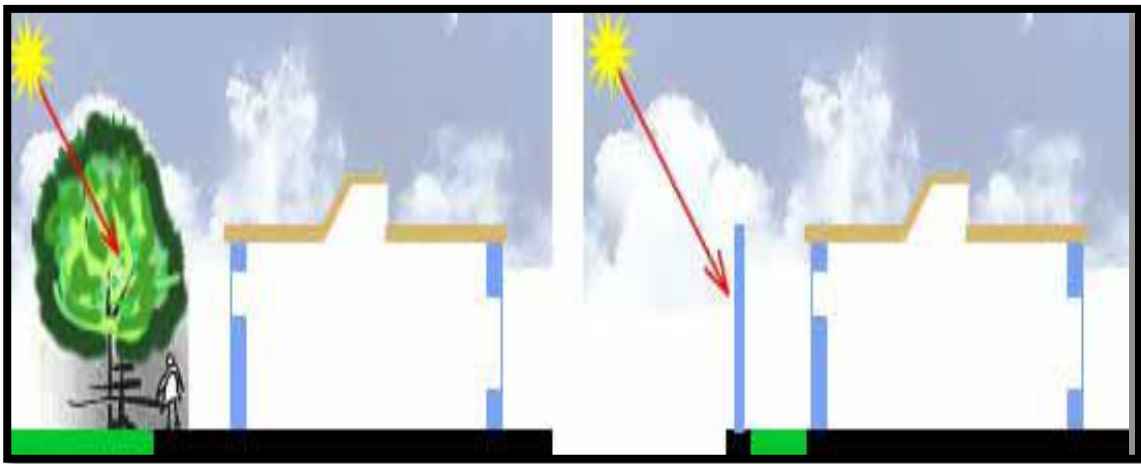
Figura. 28 Estilo de techo para evacuar el calor.

LOS MUROS.

Los muros exteriores son los cerramientos fijos de la edificación que tienen una menor incidencia que el techo en las condiciones de bienestar térmico del espacio interno. En zonas cálidas, si las paredes están a la sombra no es necesario el aislamiento térmico, si están expuestas a la radiación solar, un buen aislamiento evita la elevación de la temperatura interior. En muros o paredes exteriores con exposición de la radiación es conveniente utilizar acabados de superficie que sean buenos reflectores, para reducir la ganancia de calor hacia el interior.

El tratamiento exterior de las paredes debe tomar en cuenta dos aspectos:

- a. Que es parte de un espacio público o privado, exterior.
- b. Que se puede utilizar para rechazar parte de la radiación solar incidente.



a)

Protección con árboles o setos b) Protección con muros, o cercos perimétricos.

Figura. 29 Tipos de muros para evitar radiación solar y ruidos.

5.6 MATERIALES Y SISTEMAS EFICIENTEMENTE ENERGÉTICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

5.6.1 LÁMINAS TRANSLÚCIDAS.

Las láminas translúcidas son prácticamente transparentes. Este tipo de láminas permite el paso de la luz natural casi totalmente, con lo que se facilita el proceso de iluminación de espacios.

Por lo general son utilizadas para construir los llamados tragaluces, que son huecos en techos cubiertos con láminas translúcidas que permiten el paso de la luz y al mismo tiempo ofrecen protección contra la lluvia, el viento y el polvo. El uso de láminas translúcidas en tragaluces permite que la zona en la que se colocan esté iluminada por la luz solar durante el día, eliminando la necesidad de encender luz eléctrica.

Las principales ventajas que ofrece este tipo de láminas son:

- Excelente transmisión de luz
- Gran resistencia a la tensión y flexión
- Resistencia climática
- Larga vida útil
- Resistencia a rayos UV



Figura. 30 Cubierta con lámina traslucida.

5.6.1 LAMINA TRANSPARENTE.

Las láminas transparentes están hechas de acrílicos termoplásticos, los cuáles tiene algunas características y propiedades muy interesantes. Si bien son conocidas por su claridad cristalina y capacidad de proteger lugares permitiendo el paso de la luz a continuación se enlistan las propiedades generales de las láminas de acrílico:

- Son fuertes y resistentes a la intemperie. Son flexibles, en comparación con el vidrio
- Son menos frágil que el cristal. Son resistentes a la abrasión
- Pueden resistir la luz solar durante largos periodos de tiempo
- Resistente a la mayoría de los productos químicos y gases industriales
- Se puede transmitir o filtrar la luz ultravioleta. Se puede limpiar fácilmente
- Puede ser cortado por varios métodos
- Resistente a la corrosión. Son buenos aislantes
- Índice de refracción de 1.49
- Posee una transmisión de la luz del 92%

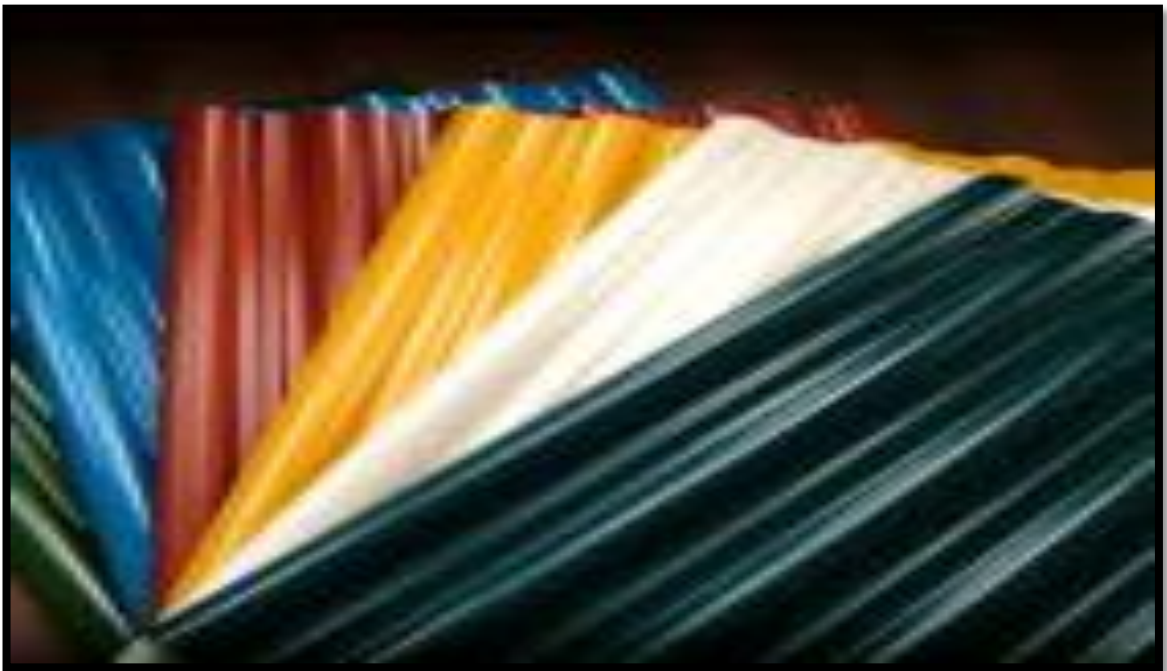


Figura. 31 Variedad de láminas transparentes en colores.

5.6.2 TEJA DE BARRO.

La teja de barro presenta ventajas competitivas si se le compara con el resto de los materiales que actualmente se encuentran en el mercado.

Dando un pequeño resumen de estas son:

- **Aislamiento térmico.** La teja de barro debido a las arcillas utilizadas permite aislar el techo de los rayos solares. Este nos representa un ahorro en energía eléctrica ya que la calefacción o el aire acondicionado se utilizan con menos intensidad.
- **Aislamiento acústico.** La teja de barro permite generar un aislamiento en el techo, y disminuir la intensidad de las ondas sonoras que puedan pasar a través de ella.
- **Color.** Los productos cerámicos permiten ofrecer una amplia gama de colores y texturas, que debido a sus características nos permite asegurar una prolongada permanencia. El color del barro da a los espacios la calidez y la ambientación que se requiere para generar una armonía de belleza.
- **El valor de lo natural.** Las tejas de barro son por definición un producto amigable con el medio ambiente ya que sus insumos, procesos de manufactura son amigables con la naturaleza.

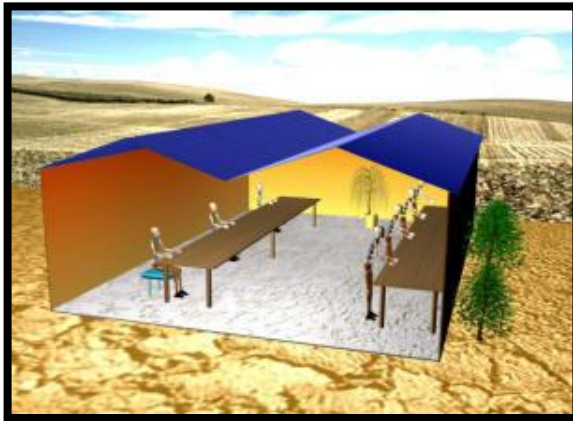


Figura. 32 Techo con teja de **barro**.

5.6.3 EXTRACTORES EOLICOS.

Constituyen la solución ideal para sus problemas de ventilación. Estos pueden ser utilizados en bodegas, naves industriales, iglesias, depósitos, graneros, coliseos, supermercados, auditorios, laboratorios, panaderías, talleres, hangares, invernaderos, restaurantes, hospitales, teatros, escuelas, residencias, silos, cámaras de aire bajo cines, cubiertas, entre otros tipos de inmuebles.

Ventilación tradicional.



Ventilación eólica.

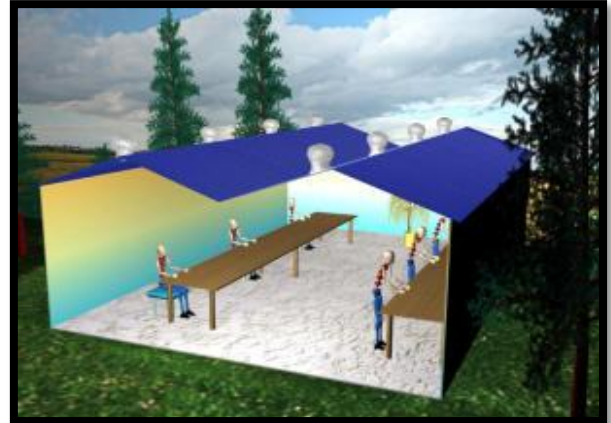


Figura. 33 Tipo de ventilación en edificaciones.

VENTAJAS APORTAN LOS EXTRACTORES EÓLICOS.

1. Elimina el calor, la humedad, vapores, polución y olores acumulados en el interior del local o nave, gracias a su elevada capacidad de extracción.

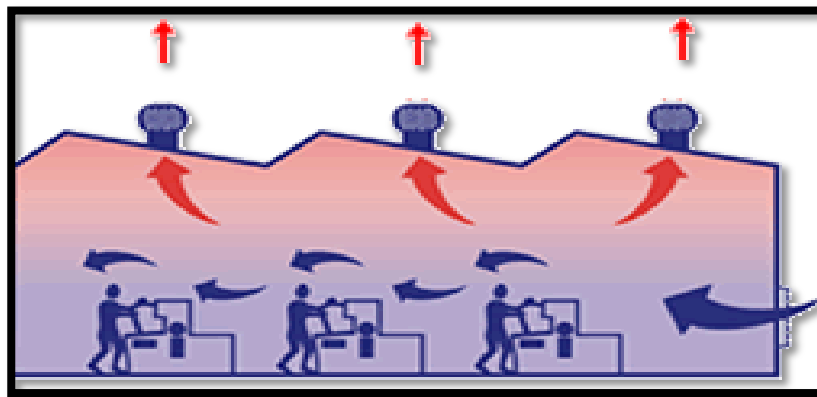


Figura. 34 Distribución del aire por medio de los extractores eólicos.

2. Restablece los niveles necesarios de oxígeno proporcionando unas condiciones ambientales de trabajo propias incidiendo notablemente en el rendimiento de los trabajadores, aumentando la productividad.



Figura. 35 Extractor eólico.

3. Extraen humos, gases, vapores, polvillo, humedad, olores, renovando el aire ambiental interior.
4. Su diseño optimizado permite un ahorro total, por lo que no requiere de mantenimiento en: lubricación, corrosión, ruido, goteras y pintura.
5. Renueva constantemente el aire interior de su ambiente (24 horas al día).
6. Reduce carga térmica generada por el proceso productivo.
7. Eleva los índices de control térmico: equilibra las temperaturas: interna/externa (a la sombra).
8. Totalmente impermeables
9. Reduce la polución suspendida en el aire.
10. Reduce la humedad interior de su ambiente.
11. Restablece los niveles de oxígeno proporcionando un ambiente más saludable.
12. Elimina los olores acumulados en el interior del local o nave.

5.6.4 BOTELLA SOLAR.

1. Sencillos pasos para realizar una botella que ilumine los ambientes de un hogar.
2. Haz un corte circular en medio de una lámina calamina.
3. Coloca la botella reciclable de 2 litros sujetándola con una buena pasta adhesiva.
4. Llena la botella con agua y agrega 10ml de cloro.
5. La botella captura los rayos solares y los amplifica como un prisma, alumbrando la

zona oscura de la casa como si fuera un foco eléctrico encendido. No es necesario que haya un día soleado para ver sus efectos

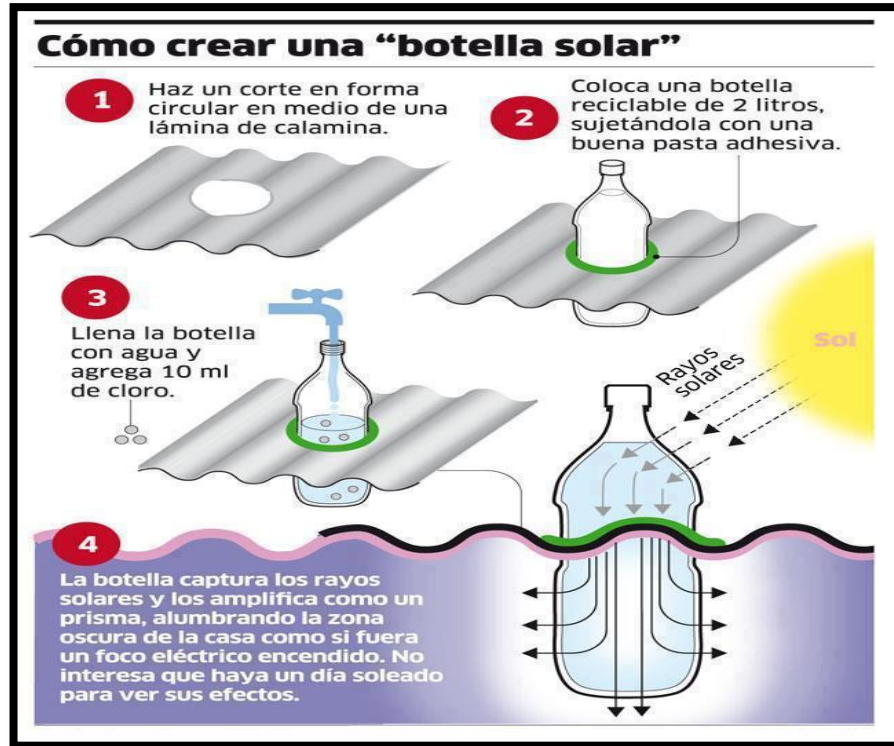


Figura. 36 Colocación de la botella solar en techo.

5.6.5 CASA DEL AGUA.

La lluvia ácida que cae en Ciudad de México, una de las más contaminadas del mundo, es transmutada en agua pura cargada de “amor, gratitud y respeto”, en la pequeña pero acogedora Casa del Agua, un proyecto 100% mexicano que busca llevar el vital líquido del cielo a la mesa, a través de un sofisticado proceso de purificación y armonización.

La idea surgió “como un proyecto que por supuesto debía ser rentable pero también mucho más que un negocio. Algo que fuera parte de una renovación, de mandar mensajes positivos”, explica su fundador, Bosco Quinzaños, un joven financiero.

La Casa del Agua se encuentra ubicada en un barrio acomodado de Ciudad de México, donde los altos índices de contaminación del aire hacen que la lluvia sea mucho más ácida de lo normal.

Un jardín en el techo del edificio capta el agua proveniente de las nubes que luego es almacenada en dos contenedores. “En una hora de lluvia captamos 5,000 litros de agua”, dice el encargado del espacio, Juan Manuel Márquez entre árboles frutales, sobre los que se posan abejas y mariposas.

Cuando no llueve, se riegan las plantas del jardín con agua del grifo para que “la tierra detenga algunas de las partículas suspendidas” que contiene, añade Márquez, que asegura que el 80% del líquido que procesa proviene de la lluvia.

¿Cómo funciona?

Además de ser un “filtro gigante”, este jardín es visitado a diario por personas que viven o trabajan en la zona. El agua captada es propulsada por una máquina hacia una serie de filtros: uno que detiene la basura y otro de carbón activado que extrae las partículas más pequeñas y elimina los olores y sabores.

El caudal sigue su curso por un sistema de tuberías para alcanzar dos grandes destiladoras que calientan el agua hasta convertirla en vapor y luego la condensan para regresarla al estado líquido. La vital sustancia sale de ahí totalmente purificada pero incompleta, pues ha perdido sus minerales.

Entonces, es oxigenada al deslizarse por un tobogán en espiral; ionizada al entrar en contacto con imanes cargados positiva y negativamente y mineralizada al pasar por un recipiente con piedras de río, algunas de las cuales contienen plata pura para garantizar el adecuado nivel alcalino.

Detrás del aparador circular que exhibe los productos de la casa, cuatro empleados con guantes y tapabocas esterilizan sofisticadas botellas de vidrio decoradas con elegantes dibujos, que luego llenan con el agua purificada y armonizada que sale de gigantescas pipetas.

Cada día se producen unas 300 botellas de 600 ml, que son vendidas a 40 pesos (unos 3 dólares), en un país donde el salario mínimo es de unos 60 pesos por jornada (4.7 dólares). El 75% del valor del producto corresponde sólo a la botella, que es retornable



Figura. 37 Casa del Agua, México.

5.6.6 AISLANTE TERMICO REFLECTIVO AD (PRODEX)

DESCRIPCION DEL PRODUCTO

Espuma de polietileno de celda cerrada en espesores de 10, 5 y 3mm laminada en aluminio puro en ambas caras.

- Desarrollada bajo las más altas normas de calidad.
- Diseñada para ahorrar energía eliminando el calor radiante que emiten los techos, pisos o paredes dentro de las construcciones.
- Además, protege su casa, comercio o proyecto brindándole CONFORT en cualquier época del año.

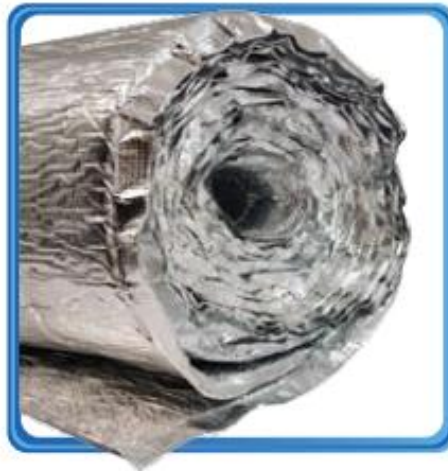


Figura. 38 Aislante térmico reflectivo ad (Prodex) presentación en rollos.



Figura. 39 Aplicación del aislante térmico reflectivo en techos y paredes.

Especificaciones Técnicas del Producto

AISLANTE AD (Doble Cara Aluminio - Barrera contra Fuego)		
MEDIDAS Y TOLERANCIAS DEL PRODUCTO ESTANDAR		
ESPEORES: 3 ± 0.21 (mm), 5 ± 0.35 (mm), 10 ± 0.70 (mm)	LARGO: ± 30 cm	ANCHO: 1.22 ± 0.01 (m)
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO		
CARACTERÍSTICAS	VALOR	NORMA
ESTRUCTURA DE CELDA ESPUMA	Cerrada	-
PESO PROMEDIO POR M2	(3mm) 0,204 kg/m2 (5mm) 0,242 kg/m2 (10mm) 0,414 kg/m2	-
DENSIDAD DEL AISLANTE	34-54 kg/m3	ASTM 1622
PERMEABILIDAD	Impermeable	Dir. UEAtc
PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA	0.033 g/m2hkPa - 0.05 perms (gr/ft2*h*in.hg)	ASTM E 96/IRAM 1735
ÍNDICE DE FLAMA	0	ASTM E-84
DESARROLLO DE HUMO	15	ASTM E-84
EMITANCIA	0,03	ASTM C-1371-98
RESISTENCIA A HONGOS	Resistente / No promueve crecimiento de hongos – moho	ASTM C 1338
DESLAMINACIÓN	No deslaminada	ASTM C-1224-99
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	- 20°C / 80°C	ASTM C-1258

Figura. Especificaciones técnicas del aislante térmico reflectivo AD.



Figura. 40 Tipos de productos de aislante térmico AD y sus características.

5.6.7 FIBRA DE VIDRIO

Es un aislante acústico-térmico. Especialmente diseñado para ser instalado en los espacios entre la perfilaría de los Sistemas Constructivos Livianos. Viene para ser instalado inmediatamente sin necesidad de hacer cortes adicionales. no se desliza, ni necesita elementos de sujeción, ya que ocupa por completo la distancia entre perfiles. Se elabora en forma de manta con finas fibras de vidrio, resistentes, elásticas, aglutinadas entre sí por medio de una resina fenólica de fraguado termoestable, que le imparte alta estabilidad dimensional.

USOS

Control acústico: tiene un coeficiente de reducción de ruido 0.85, que lo hace ideal para el acondicionamiento acústico de recintos de trabajo, oficina y vivienda. Así como en el tratamiento acústico de paredes exteriores e interiores de paneles divisorios.

Aislamiento térmico: Se emplea tanto en vivienda como en instalaciones comerciales e industriales, para el control y mantenimiento de temperaturas confortables, e igualmente para

regular y mantener determinadas condiciones especiales de humedad relativa, requeridas para algunas industrias

CARACTERÍSTICAS:

- ✓ Absorción acústica
- ✓ Aislante térmico
- ✓ Incombustible
- ✓ Peso liviano
- ✓ Inorgánico
- ✓ No crea bacterias ni hongos
- ✓ No genera olores
- ✓ Dimensionalmente estable
- ✓ Fácil de instalar
- ✓ Mantiene en el interior la temperatura confortable
- ✓ Mantiene los niveles adecuados de humedad
- ✓ Reduce la transmisión de sonidos y controla el ruido

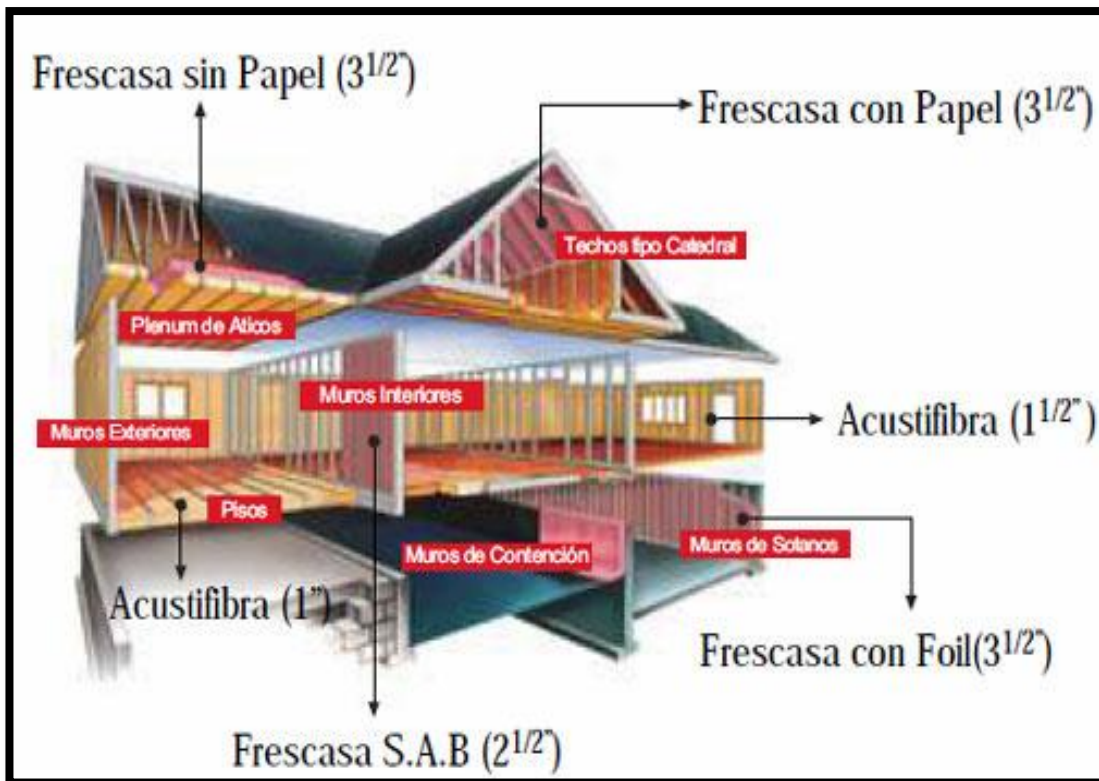


Figura. 41 Aplicación de la fibra de vidrio en edificaciones.

5.6.8 CIELOS FALSOS DE THERMOPOR

Su núcleo es una plancha de poliestireno expandido de densidad 14kg/ m^3 recubierta con una mezcla a base de resina, calcio, mármol fino y mármol ordinario. Como sabemos el poliestireno expandido es un material que proporciona excelentes propiedades de aislamiento térmico y acústico a un precio accesible.

Ventajas

- Poco peso, por lo que es muy fácil de transportar.
- Proporciona aislamiento térmico y acústico.
- Económica y estética, lo que la hace atractiva para instalaciones pequeñas y grande



Figura. 42 Loseta de cielo falso thermopor.

5.6.9 CIELORRASO DE YESO CON CARA DE VINILO Y RECUBRIMIENTO POSTERIOR DE ALUMINIO

Características Físicas:

Dimensión: 9mm x2' x 4 ' Borde Cuadrado

Material: Centro de Yeso con recubrimiento posterior de Aluminio

Superficie Recubierta: Recubrimiento en Vinilo Blanco Brillante (cara)

Diseño: Vinilo Blanco Monolítico con Imperceptible Textura

Peso: 7.2kg/m²

NRC: 0.15

Fabricado bajo las normas ASTM-1264

Este producto no contiene Asbestos ni Formaldehído, y es favorable al Medio Ambiente.

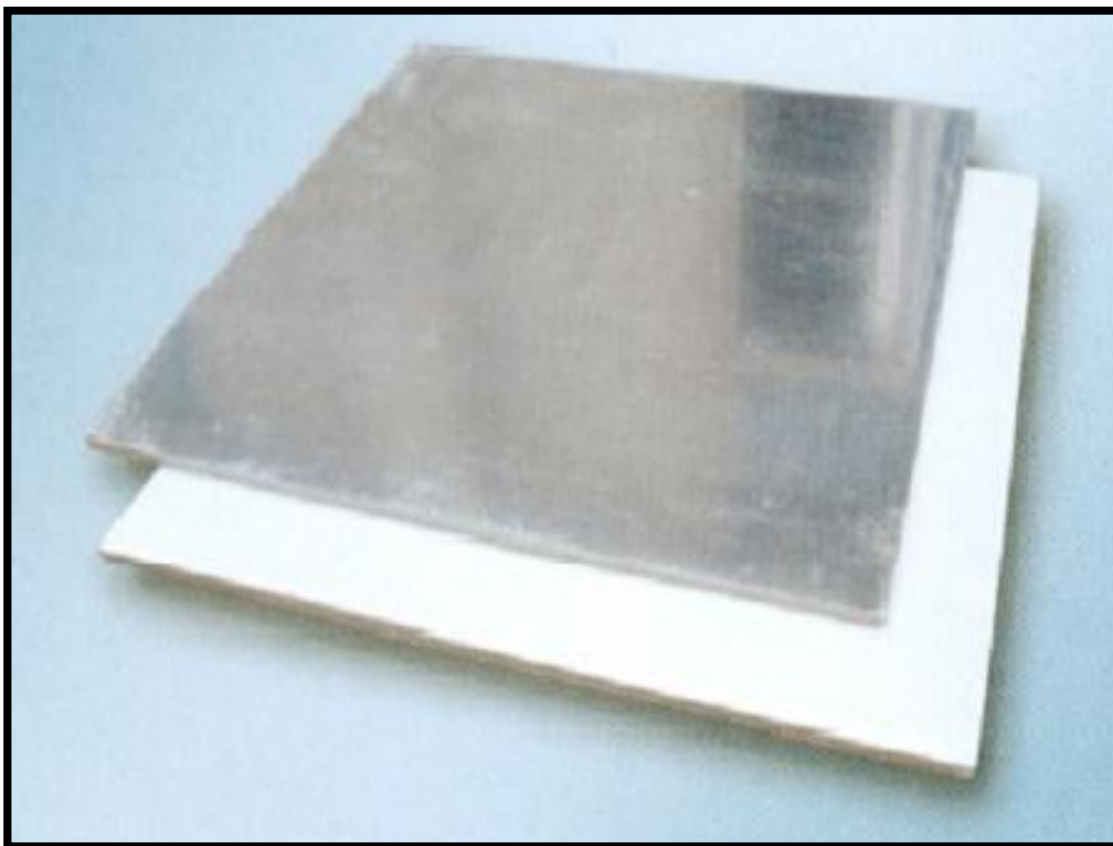


Figura. 43 Fabricado bajo las normas ASTM-1264. Este producto no contiene Asbestos ni Formaldehído, y es favorable al Medio Ambiente.

5.6.10 VENTANAS PIVOTANTES

El sistema de ventana pivotante nos ofrece múltiples ventajas:

- Buen nivel de estanqueidad y de insonorización gracias a su cierre a presión.
- Esta ventana visión muy amplio y poca invasión del espacio interior.
- Las ventanas pivotantes permiten regular la cantidad de ventilación, ayudando a obtener el nivel térmico deseado dentro de una estancia. Otra ventaja es que son muy fáciles de limpiar desde el interior.
- El sistema de apertura pivotante es técnicamente complejo de fabricar e instalar, por lo que recomendamos contratar a un buen especialista.
- Está disponible en pvc y en aluminio. En éste último material, también está disponible con rotura de puente térmico.



Figura. 44 Ventanas pivotantes aplicación en infraestructura.

6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para realizar el análisis de eficiencia energética y proponer alternativas energéticas viables económicamente para ITCA-FEPADE Centro Regional San Miguel”, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

Tabla 2 Metodología de la Investigación

Objetivo	Metodología a utilizar	Meta	Responsable
<p>Objetivo 1:</p> <p>Realizar investigación bibliográfica sobre el estado actual de la ciencia sobre eficiencia energética.</p>	<p>Actividad 1: Investigación Bibliográfica.</p> <p>Se realizara investigación bibliográfica del estado actual de la ciencia Eficiencia energética.</p>	<p>Conocer el estado actual de la ciencia sobre Eficiencia energética.</p>	<p>Lic. Vásquez Ing. Amaya Ing. Rivera.</p> <p>Estudiantes investigadores Eléctrica/Civil</p>
<p>Objetivo 2:</p> <p>Realizar mediciones de parámetros eléctricos para determinar la eficiencia de los equipos y la proporcionada por los datos de placa.</p>	<p>Actividad 1: Medición de parámetros eléctricos</p> <p>Se realizara la medición de cargas en las diferentes lugares de la institución.</p>	<p>Conocer el consumo actual Real de energía en la Regional de San Miguel</p>	<p>Lic. Vásquez Ing. Amaya</p> <p>Estudiantes investigadores eléctrica</p>
<p>Objetivo3.</p> <p>Realizar un estudio de las características de los diferentes tipos de materiales e infraestructura utilizados en la construcción de edificaciones a los largo de este campus.</p>	<p>Actividad 1: Caracterización de materiales y edificios de la Regional.</p> <p>Se realizara un estudio para determinar las características de los materiales y infraestructura utilizados en a lo largo de este campus.</p>	<p>Conocer las características de los diferentes materiales utilizados e infraestructura</p>	<p>Lic. Vásquez Ing. Rivera.</p> <p>Estudiantes investigadores Civil</p>

Objetivo	Metodología a utilizar	Meta	Responsable
<p>Objetivo 4:</p> <p>Realizar análisis de consumo energético detallado y global del Centro Regional San Miguel.</p>	<p>Actividad 1: Análisis del consumo energético en la regional.</p> <p>Se realizara un análisis de los diferentes parámetros recolectados, determinando la eficiencia de los equipos y diferentes dispositivos utilizados en la institución.</p>	<p>Realizar análisis de eficiencia energética con la información recolectada.</p>	<p>Lic. Vásquez Ing. Amaya Ing. Rivera.</p> <p>Estudiantes investigadores Eléctrica /Civil</p>
<p>Objetivo 5:</p> <p>Identificar fuentes otras fuentes de energía alternativa para suplir las necesidades de energía.</p>	<p>Actividad 1: Identificar otras alternativas de energía.</p> <p>Se verificara de acuerdo al análisis de eficiencia y se buscaran otras fuentes posibles de energía para suplir las necesidades.</p>	<p>Identificar otras fuentes de energía que se pueden utilizar para suplir las el consumo de energía.</p>	<p>Lic. Vásquez Ing. Amaya Ing. Rivera.</p> <p>Estudiantes investigadores.</p>
<p>Objetivo 6:</p> <p>Identificar y proponer alternativas de solución viable económicamente para darle solución a los problemas de eficiencia energética.</p>	<p>Actividad 1:Identificar</p> <p>Identificar alternativas de solución viables económicamente de acuerdo a las características de consumo de energía.</p> <p>Actividad 1:Proponer</p> <p>Proponer alternativas de solución para la reducción del consumo de energía y a la vez lograr una mayor eficiencia de energía.</p>	<p>Proponer alternativas de solución viable económicamente para lograr una mayor eficiencia energética en la regional.</p>	<p>Lic. Vásquez Ing. Amaya Ing. Rivera.</p> <p>Estudiantes investigadores.</p>

Con la realización del estudio de “Análisis de eficiencia energética y propuesta de alternativas energéticas integrales que sean viables económicamente, en Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE Regional San Miguel” se pretende lograr

- 1- La realización de un análisis detallado de eficiencia energética en la regional de San Miguel.
- 2- Presentar alternativas de solución viables económicamente para reducir la ineficiencia en los diferentes sistemas.

7. RESULTADOS Y ALCANCES ESPERADOS

7.1 MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS

- **Iluminación**

Datos correspondientes a las luminarias instaladas en cada una de las aulas pertenecientes a el campus de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE Regional San Miguel.

Tabla 3 AULA UNO

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 2 balastos electrónicos 2x 32 W	120 V C/B	0.49 A C/B	S/R	Marca AAVANCE. 1 tubo fluorescente no enciende. Difusor opaco. Necesita limpieza.
Lámpara #2	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	90 %	Marca TRIAD, UniversalLightingTechnologies. Difusor opaco. Necesita limpieza.

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 3	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	90 %	Marca TRIAD, UniversalLightingTechnologie s. Difusor opaco. Necesita limpieza. 1 tubo fluorescente no enciende
Lámpara # 4	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	90 %	Marca TRIAD, UniversalLightingTechnologie s. Difusor opaco. Necesita limpieza. 1 tubo fluorescente no enciende.
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	90 %	Marca TRIAD, UniversalLightingTechnologie s. Difusor opaco. Necesita limpieza.
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	90 %	Marca TRIAD, UniversalLightingTechnologie s. Difusor opaco. Necesita limpieza. 1 tubo fluorescente no enciende.
Ventilador # 1	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza
Ventilador # 2	Ventilador de techo	120 V	0.50 A	S/R	Necesita limpieza
Ventilador # 3	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza

C/B: Cada balastro

S/R: sin registro

Tabla 4 Medición intensidad luminosa en el aula

Posición	Lux	Posición	Lux
1	310	5	261
2	225	6	250
3	203	7	239
4	265	8	234

Intensidad luminosa promedio del aula 1

$$LUX_{promedio} = \frac{310 + 225 + 203 + 265 + 261 + 250 + 239 + 234}{8}$$

$$LUX_{promedio} = 248.38 \text{ lux}$$

Tabla 5 AULA 2

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	Marca Philips AVANCE. Difusor opaco. Necesita limpieza.
Lámpara #2	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Difusor opaco. Necesita limpieza. 2 tubos no encienden
Lámpara # 3	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Difusor opaco. Necesita limpieza. 2 tubos no están Instaladas
Lámpara # 4	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Difusor opaco. Necesita limpieza. 2 tubos no encienden

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Difusor opaco. Necesita limpieza. 2 tubos no encienden
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Difusor opaco. Necesita limpieza.
Ventilador # 1	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza
Ventilador # 2	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza
Ventilador # 3	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza

C/B: Cada balastro

S/R: sin registro

Tabla 6 Lux de aula

Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	Posiciones	Lux
1	136	4	148	7	137
2	101	5	125	8	99
3	93	6	96	9	69

$$LUX_{promedio} = \frac{136 + 101 + 93 + 148 + 125 + 96 + 137 + 99 + 69}{9}$$

$$LUX_{promedio} = 111.55 \text{ lux}$$

Tabla 7 AULA 3

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	Marca Philips AVANCE. Difusor opaco. Necesita limpieza.

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	Marca Philips AVANCE. Difusor opaco. Necesita limpieza. 1 tubo fluorescente esta quemado.
Lámpara # 3	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastos magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Difusor opaco. Necesita limpieza. La lámpara no tiene instalados los tubos fluorescentes.
Lámpara # 4	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	90 %	Marca TRIAD, UniversalLightingTechnologi es. Difusor opaco. Necesita limpieza.
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastos magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Difusor opaco. Necesita limpieza. Tiene problemas en el arranque.
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastos magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Difusor opaco. Necesita limpieza. Tiene problemas en el arranque.
Ventilador # 1	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza
Ventilador # 2	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza
Ventilador # 3	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza

C/B: Cada balastro

S/R: sin registro

Tabla 8 Medición de la intensidad luminosa del aula tres

Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	Posiciones	Lux
1	140	4	165	7	87
2	205	5	131	8	157
3	178	6	118	9	174

$$LUX_{promedio} = \frac{140 + 205 + 178 + 165 + 131 + 118 + 87 + 157 + 174}{9}$$

$$LUX_{promedio} = 150.55 \text{ lux}$$

Tabla 9 AULA 4

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	95 %	Marca SYLVANIA THD: < 20 %. Difusor opaco. Necesita limpieza.
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	95 %	Marca SYLVANIA THD: < 20 %. Difusor opaco. Necesita limpieza.
Lámpara #3	* Lámpara de cuatro tubos dos de 40 W y dos de 32 W * 1 balastro magnético de 2 x 40 W y 1 balastro electrónico de 4 x 32 W	120 V BE y BM	BM 0.84 A BE 0.96 A	BM S/R BE 90%	Marca BM AAVANCE Marca BE TRIAD, UniversalLightingTechnologies. Difusor opaco. Necesita limpieza. El balastro magnético no funciona.
Lámpara #4	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	95 %	Marca SYLVANIA THD: < 20 %. Difusor opaco. Tiene 3 tubos luz cálida Necesita limpieza.

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastos magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Marca AAVANCE Difusor opaco. Necesita limpieza. Tiene problemas en el arranque.
Ventilador # 1	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza. Un aspa esta doblada.
Ventilador # 2	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza.
Ventilador # 3	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza.

C/B: Cada balastro

S/R: sin registro

BM: balastro magnético

BE: balastro electrónico

Medición de la intensidad luminosa del aula cuatro.

Tabla 10. Sin difusor

Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	posiciones	Lux
1	330	3	361	5	256	7	284
2	298	4	267	6	296		

Tabla 11. Con difusor

Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	posiciones	Lux
1	212	3	245	5	169	7	182
2	191	4	203	6	179		

Promedio sin difusor

$$LUX_{promedio} = \frac{330 + 298 + 361 + 267 + 256 + 296 + 284}{7}$$

$$LUX_{promedio} = 298.86 \text{ lux}$$

Promedio con difusor

$$LUX_{promedio} = \frac{212 + 191 + 245 + 203 + 169 + 179 + 182}{7}$$

$$LUX_{promedio} = 197.29 \text{ lux}$$

Tabla 12 AULA 5

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	KW	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A		S/ R	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 2 balastro electrónico (2 x 32 W C/U)	120 V C/B	0.49 A C/B		S/ R	Marca AAVANCE. Difusor opaco. Necesita limpieza. 1 tubo fluorescente esta quemado.
Lámpara # 3	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastos electrónico (2 x 32 W C/U)	120 V C/B	0.49 A C/B		S/ R	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco
Lámpara # 4	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastos electrónicos (2 x 32 W C/U)	120 V C/B	0.49 A C/B		S/ R	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	KW	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastos electrónico (2 x 32 W C/U)	120 V C/B	0.49 A C/B		S/ R	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastos electrónicos (2 x 32 W C/U)	120 V C/B	0.49 A C/B		S/ R	AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco.
Ventilador # 1	Ventilador de techo	120 V	0.63 A		S/ R	Necesita limpieza
Ventilador # 2	Ventilador de techo	120 V	0.63 A		S/ R	Necesita limpieza
Ventilador # 3	Ventilador de techo	120 V	0.63 A		S/ R	Necesita limpieza

C/B: Cada balastro

S/R: sin registro

Tabla 13 distribución de lux de aula

Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	Posiciones	Lux
1	285	4	348	7	284
2	301	5	307	8	263
3	275	6	235	9	262

Intensidad luminosa promedio del aula 1

$$LUX_{promedio} = \frac{285 + 301 + 275 + 348 + 307 + 235 + 284 + 263 + 262}{9}$$

$$LUX_{promedio} = 284.44 \text{ lux}$$

Tabla 14. AULA 6

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 40 W * 2 balastros magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco. No enciende.
Lámpara #2	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco. 2 tubos fluorescentes no encienden
Lámpara # 3	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco. 2 tubo fluorescente no encienden.
Lámpara # 4	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.97 A	S/R	Marca Philips AVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco. 1 tubo fluorescente no enciende.
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	95 %	Marca SYLVANIA. Necesita limpieza. Soportes dañados Difusor opaco.
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	95 %	Marca SYLVANIA. Necesita limpieza. Difusor opaco. THD: < 20%
Ventilador # 1	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza
Ventilador	Ventilador de techo	120	0.63 A	S/R	Necesita limpieza

# 2		V			
CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Ventilador # 3	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza. Deficiente.

C/B: Cada balastro

S/R: sin registro

Tabla 15 distribución de lux de aula. Sin difusor

Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	Posiciones	Lux
1	210	4	258	7	186
2	281	5	118	8	167
3	224	6	233	9	95

Intensidad luminosa promedio del aula 6

$$LUX_{promedio} = \frac{210 + 281 + 224 + 258 + 118 + 233 + 186 + 167 + 95}{9}$$

$$LUX_{promedio} = 196.89 \text{ lux}$$

Tabla 16 distribución de lux de aula. Con difusor

Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	Posiciones	Lux
1	136	4	161	7	114
2	195	5	141	8	127
3	155	6	44	9	52

Intensidad luminosa promedio del aula 6

$$LUX_{promedio} = \frac{136 + 195 + 155 + 161 + 141 + 44 + 114 + 127 + 52}{9}$$

$$LUX_{promedio} = 125 \text{ lux}$$

Tabla 17 PASILLO DEL AULA 1 – 6

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	LUX	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	160	Marca Philips AVANCE. Necesita limpieza. 3 tubos no encienden.
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	325	Marca Philips AVANCE. Necesita limpieza. 1 tubo no enciende.
Lámpara # 3	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	516	Marca Philips AVANCE. Necesita limpieza. 2 tubos no encienden.
Lámpara # 4	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	294	Marca Philips AVANCE. Necesita limpieza. 1 tubo fluorescente no enciende. 1 tubo con tono de luz diferente
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastro electrónico (2 x 32 W C/U)	120 V C/B	0.49 A C/B	S/R	666	Marca AAVANCE Necesita limpieza. 1 tubo fluorescente no enciende.
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	90 %	317	Marca Triad universal lighting technologies. Necesita limpieza.

						1 tubo fluorescente no enciende
--	--	--	--	--	--	------------------------------------

Tabla 18. PASILLO LABORATORIO DE COMPUTOS A - B

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	LUX	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas dos tubos de 40 W * balastro magnético 2 x 40 W	120 V	0.84 A	S/R	0	Marca AAVANCE Necesita limpieza. Difusor opaco. No enciende
Lámpara #2	* Lámparas de dos tubos de 32 W * balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.49 ^a	S/R	142	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco.
Lámpara # 3	* Lámparas de cuatro tubos de 40 W * balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.49 A	S/R	134	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco.
Lámpara # 4	* Lámpara de dos tubos de 32 W * balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.49 A	S/R	128	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco. Soportes dañado.
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastros electrónicos (2 x 32 W C/U)	120 V	0.52 A	90%	180	Marca DURABELL. Necesita limpieza. Difusor opaco.

Tabla 19 PASILLO ADMINISTRACION

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	LUX	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas dos tubos de 32 W * balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.49 A	S/R	143	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco.

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	LUX	OBSERVACIONES
Lámpara #2	* Lámparas de dos tubos de 32 W * balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.49 A	S/R	169	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco.
Lámpara # 3	* Lámparas de dos tubos de 32 W * balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.49 A	S/R	181	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco.
Lámpara # 4	* Lámpara de dos tubos de 32 W * balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.52 A	S/R	156	Marca SYLVANIA. Necesita limpieza. Difusor opaco. THD: < 10 %
Lámpara # 5	* Lámpara de dos tubos de 40 W * balastro magnético 2 x 40 W	120 V	0.84 A	S/R	0	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco. No enciende.
Lámpara # 6	* Lámpara de dos tubos de 32 W * balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.49 A	S/R	166	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco.

Tabla 20. SALA DE DOCENTES

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de dos tubos de 40 W * 2 balastos magnéticos (2x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Marca AAVANCE. Difusor opaco. No sirven los balastos
Lámpara #2	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	0.95	Marca SYLVANIA. Difusor opaco. THD: < 20 %

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 3	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastos electrónicos 2 x 32 W	120 V C/B	0.50 A C/B	0.95	Marca TRIAD, Universal Lighting Technologies.
Lámpara # 4	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Marca AAVANCE. Difusor opaco. Problemas con el arranque.
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	95 %	Marca SILVANIA. THD: < 20 %.
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	95 %	Marca Philips AVANCE. Difusor opaco.
Lámpara # 7	* Lámpara de dos tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.52 A	S/R	Marca DURABELL. Difusor opaco.
Lámpara # 8	* Lámpara de dos tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.49 A	S/R	Marca AAVANCE. Difusor opaco.

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 9	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastos electrónicos (2 x 32 W C/U)	120 V C/B	0.49 A C/B	S/R	Marca AAVANCE.
Lámpara # 10	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastos electrónicos 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	Marca PHILIPS-AVANCE.
Lámpara # 11	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Marca AAVANCE. Difusor opaco. 1 balastro quemado.

Tabla 21. Distribución de lux en el aula

Posiciones	LUX	Posiciones	LUX	Posiciones	LUX
1	243	4	158	7	420
2	403	5	470	8	85
3	465	6	368	9	452

Intensidad luminosa promedio de la sala de docente

$$LUX_{promedio} = \frac{243 + 403 + 465 + 158 + 470 + 368 + 420 + 85 + 452}{9}$$

$$LUX_{promedio} = 340.44 \text{ lux}$$

Tabla 22. TALLER 1 DE ELÉCTRICA

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas cuatro tubos de 32 W * balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.49 A	0.95	SYLVANIA. THD: < 20 %. Necesita limpieza.
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro electrónico (2 x 32 W – 2 x 40 C/U)	120 V C/B	0.52 A C/B	S/R	DURABELL. Este balastro tiene la capacidad para instalársele tubos de 40 w y 32 w. Necesita limpieza.
Lámpara # 3	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 2 balastro electrónico (2 x 32 W C/U)	120 V C/B	0.49 A C/B	S/R	Marca AAVANCE. Necesita limpieza.
Lámpara # 4	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	90 %	Marca TRIAD, UniversalLighting Technologies. Necesita limpieza.
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastro electrónico (2 x 32 W C/U)	120 V C/B	0.52 A C/B	S/R	DURABELL. Falta un tubo. Necesita limpieza.
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastro electrónico (2 x/32 W C/U)	120 V C/B	0.52 A C/B	S/R	DURABELL. Necesita limpieza.

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 7	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	Marca AAVANCE. Un tubo no sirve. Tiene tubos con tono de luz calida.

Tabla 23. Distribución de lux en el taller 1 de eléctrica.

Posiciones	lux	Posiciones	lux	Posiciones	lux
1	240	5	422	9	260
2	319	6	440	10	505
3	321	7	305	11	353
4	322	8	348	12	260

Intensidad luminosa promedio del taller 1 de eléctrica.

$$LUX_{promedio} = \frac{240 + 319 + 321 + 322 + 422 + 440 + 305 + 348 + 260 + 505 + 353 + 260}{12}$$

$$LUX_{promedio} = 341.25 \text{ lux}$$

Tabla 24. CISCO

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 40W * 2 balastos magnéticos 2x 40W	120 V	0.84 A C/B		Tardan en encender. Necesita limpieza. Distinto difusor.
Lámpara #2	* Lámpara de cuatro tubos de 40W * 2 balastos magnético 2 x 40W	120 V	0.84 A C/B		Tardan en encender. Necesita limpieza. Distinto difusor.

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 3	* Lámpara de cuatro tubos de 40W * 2 balastos magnético 2 x 40W	120 V	0.84 A C/B		Tardan en encender. Necesita limpieza. Distinto difusor.

C/B: Cada balastro

Tabla 25 Baño Mujeres

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de dos tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.94 A		

Tabla 26. Distribución de lux en aula

Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	Posiciones	Lux
1	96	4	26	7	112
2	108	5	205		
3	53	6	22		

Intensidad luminosa promedio del baño hombres

$$LUX_{promedio} = \frac{96 + 108 + 53 + 26 + 205 + 22 + 112}{7}$$

$$LUX_{promedio} = 88.14 \text{ lux}$$

Tabla 27. Baño Hombres

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	KW	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de dos tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.94 A		S/ R	

Tabla 28. Distribución de lux en baños.

Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	Posiciones	Lux
1	79	4	133	7	212
2	290	5	37	8	101
3	96	6	160	9	45

Intensidad luminosa promedio del baño hombres

$$LUX_{promedio} = \frac{79 + 290 + 96 + 133 + 37 + 160 + 212 + 101 + 45}{9}$$

$$LUX_{promedio} = 128.11 \text{ lux}$$

Tabla 29. BIENESTAR ACADÉMICO

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		

Tabla 30. Medición intensidad luminosa en bienestar académico

Posición	Lux	Posición	Lux
1	292	5	366
2	291	6	333
3	602	7	490
4	349	8	574

Intensidad luminosa promedio

$$LUX_{promedio} = \frac{292 + 291 + 602 + 349 + 366 + 333 + 490 + 574}{8}$$

$$LUX_{promedio} = 412.12 \text{ lux}$$

Tabla 31. BIBLIOTECA (ZONA DE LIBROS)

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor opaco.
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor opaco.
Lámpara #3	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor opaco.
Lámpara #4	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor opaco.

Tabla 32. Medición intensidad luminosa en biblioteca.

Posición	Lux	Posición	Lux	Posición	Lux
1	231	8	128	15	93
2	266	9	25	16	196
3	356	10	104	17	314
4	258	11	145	18	173
5	144	12	159	19	12
6	160	13	201		
7	12	14	98		

Intensidad luminosa promedio

$$LUX_{promedio}$$

$$= \frac{231 + 266 + 356 + 258 + 144 + 160 + 12 + 128 + 25 + 104 + 145 + 159 + 201 + 98}{19}$$

$$LUX_{promedio} = \frac{93 + 196 + 314 + 173 + 12}{19}$$

$$LUX_{promedio} = 161.82 \text{ lux}$$

Tabla 33. BODEGA REGISTRO ACADEMICO

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		.

Tabla 34. Medición intensidad luminosa en registro académico.

Posición	Lux	Posición	Lux
1	50	4	57
2	82	5	117
3	62		

Intensidad luminosa promedio

$$LUX_{promedio} = \frac{50 + 82 + 62 + 57 + 117}{5}$$

$$LUX_{promedio} = 73.6 \text{ lux}$$

Tabla 35. BODEGA ADMINISTRACION

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 40 W * 1 balastro magnético 4 x 40 W	120 V	0.84 A	S/R	Sin difusor
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 40 W * 1 balastro electrónico 4 x 40 W	120 V	0.94 A	S/R	Difusor dañado. Necesita limpieza.

S/R: sin registro

Tabla 36. COMPUTO C

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente.	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor claro
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor claro
Lámpara #3	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		1 tubo tiene tono diferente

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente.	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 4	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 5	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 40W * 1 balastro magnético 4 x 40W	120 V	0.84 A		

Tabla 37. Medición intensidad luminosa en cómputo C.

Posición	Lux	Posición	Lux	Posición	Lux
1	300	8	336	15	337
2	384	9	253	16	438
3	316	10	447	17	474
4	456	11	433	18	339
5	330	12	242	19	357
6	320	13	383	20	433
7	298	14	412	21	344

Intensidad luminosa promedio

$LUX_{promedio}$

$$= \frac{300 + 384 + 316 + 456 + 330 + 320 + 298 + 336 + 253 + 447 + 433 + 242 + 383 + 412}{21}$$

$$\frac{337 + 438 + 474 + 339 + 357 + 433 + 344}{21}$$

$$LUX_{promedio} = 363.42 \text{ lux}$$

Tabla 38. DIRECCIÓN

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		
Luminaria #3	* 1 foco ahorrativo de 18w	120 V	0.15 A		

Tabla 39. Medición intensidad luminosa en dirección.

Posición	Lux	Posición	Lux
1	206	5	54
2	401	6	227
3	142	7	130
4	69		

Intensidad luminosa promedio

$$LUX_{promedio} = \frac{206 + 401 + 142 + 69 + 54 + 227 + 130}{7}$$

$$LUX_{promedio} = 175.57 \text{ lux}$$

Tabla 40. COORDINACION DEPARTAMENTO DE EDUCACION CONTINUA

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Luminaria #1	* Foco ahorrativo 15W	120 V			
Luminaria #2	* Foco ahorrativo 15W	120 V			
Luminaria #3	* Foco ahorrativo 15W	120 V			

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		

Tabla 41. Medición intensidad luminosa (focos)

Posición	Lux	Posición	Lux
1	154	4	370
2	310	5	165
3	344	6	406

Intensidad luminosa promedio

$$LUX_{promedio} = \frac{154 + 310 + 344 + 370 + 165 + 406}{6}$$

$$LUX_{promedio} = 291.5 \text{ lux}$$

Tabla 42. Medición intensidad luminosa (Lámpara)

Posición	Lux	Posición	Lux
1	124	4	324
2	283	5	143
3	268	6	366

Intensidad luminosa promedio

$$LUX_{promedio} = \frac{124 + 283 + 268 + 324 + 143 + 366}{6}$$

$$LUX_{promedio} = 251.33 \text{ lux}$$

Tabla 43. OFICINA DE COORDINACION DE CIVIL

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor opaco.

Tabla 44. Medición intensidad luminosa

Posición	Lux	Posición	Lux
1	365	4	366
2	280	5	335
3	403	6	263

Intensidad luminosa promedio

$$LUX_{promedio} = \frac{365 + 280 + 403 + 366 + 335 + 263}{6}$$

$$LUX_{promedio} = 335.33 \text{ lux}$$

Tabla 45. RECEPCION

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Diferente intensidad. Diferente difusor.
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Diferente intensidad. Diferente difusor.
Lámpara #3	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor opaco.

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #4	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara #5	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor opaco.
Lámpara #6	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor opaco.

Tabla 46. REGISTRO ACADEMICO

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		3 tubos no encienden

Tabla 47. Medición intensidad luminosa

Posición	Lux	Posición	Lux
1	57	5	46
2	95	6	86
3	56	7	36
4	72		

Intensidad luminosa promedio

$$LUX_{promedio} = \frac{57 + 95 + 56 + 72 + 46 + 86 + 36}{7}$$

$$LUX_{promedio} = 64 \text{ lux}$$

Tabla 48. VIDEO CONFERENCIA

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 40W * 2 balastro magnético 2x 40W	120 V	0.84 A C/B		Faltan 2 tubos.
Lámpara #2	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 3	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 4	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 2 balastos electrónico 2 x 32W	120 V	0.94 A C/B		1 tubo no enciende.
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 40W * 2 balastos magnético 2 x 40W	120 V	0.84 A C/B		2 tubos no encienden
Lámpara # 7	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 8	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 9	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 2 balastos electrónicos 2 x 32W	120 V	0.94 A C/B		2 tubos no encienden.
Lámpara # 10	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 11	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 12	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 13	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 14	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		Sin difusor.
Lámpara # 15	* Lámpara de cuatro tubos de 40W * 2 balastos magnético 2 x 40W	120 V	0.84 A C/B		2 tubos no encienden

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 16	* Lámpara de cuatro tubos de 40W * 2 balastos magnético 2 x 40W	120 V	0.84 A C/B		2 tubos no encienden
Lámpara # 17	* Lámpara de cuatro tubos de 40W * 2 balastos magnético 2 x 40W	120 V	0.84 A C/B		2 tubos no encienden

C/B: Cada balastro

TABLA 49. SALA DE REUNIONES

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W *	120 V	0.94 A		Difusor claro.
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32W *	120 V	0.94 A		Difusor claro.
Lámpara # 3	* Lámparas de cuatro tubos de 32W *	120 V	0.94 A		Difusor claro.
Lámpara # 4	* Lámparas de cuatro tubos de 32W *	120 V	0.94 A		Difusor claro.

Tabla 50. Medición intensidad luminosa

Posición	Lux	Posición	Lux	Posición	Lux
1	336	8	522	15	232
2	262	9	466	16	216
3	587	10	493	17	203
4	737	11	344	18	179
5	481	12	422	19	294
6	388	13	640		
7	542	14	548		

Intensidad luminosa promedio

$LUX_{promedio}$

$$= \frac{336 + 262 + 587 + 737 + 481 + 388 + 542 + 522 + 466 + 493 + 344 + 422 + 640 + 548}{19}$$

$$LUX_{promedio} = \frac{232 + 216 + 203 + 179 + 294}{19}$$

$$LUX_{promedio} = 415.36 \text{ lux}$$

Tabla 51. OFICINA ADMINISTRATIVA

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	
Lámpara #2					No funciona
Lámpara # 3	* Lámpara de cuatro tubos de 32W	120 V	0.94 A	S/R	

	* 1 balastro electrónico 4 x 32W				
CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 4	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro magnéticos 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos; dos de 2x40W y dos de 2x32W * 1 balastro magnéticos 2 x 40 W *1 balastro electrónico 2 x 32 W	120 V C/B	0.94 A C/B electrónico	S/R	Balastro magnético no funciona. Balastro electrónico marca Phillips Advance
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A	S/R	
Lámpara # 7	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A	S/R	1 tubo no enciende
Lámpara # 8	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A	S/R	
Lámpara # 9	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A	S/R	Tubos con tonos diferentes

C/B: Cada balastro

S/R: sin registro

Tabla 52. Resumen de los datos obtenidos en campo.

local	N° de lámparas	Lámpara magnética	Lámpara electrónica	lámparas mixtas	valor lumínico promedio	potencia demandada por local	corriente demandada por local	voltaje de las lámparas (voltios)	Lámparas electrónicas (demanda)	Lámpara magnética (demanda)
administración	9	1	7	1		1008	8.4	120	806.4	202
aula 1	6	0	6	0	248.3 8	691.2	5.76	120	691.2	0
aula 2	6	5	1	0	111.5 5	1123	9.36	120	115.2	1008
aula 3	6	3	3	0	150.5 5	950.4	7.92	120	345.6	605
aula 4	6	1	4	1	197.2 9	662.4	5.52	120	460.8	202
aula 5	6	0	6	0	284.4 4	691.2	5.76	120	691.2	0
aula 6	6	3	3	0	196.8 9	950.4	7.92	120	345.6	605
aula cisco	3	3	0	0		604.8	5.04	120	0	605
baños de hombres	1	0	1	0	128.1 1	115.2	0.96	120	115.2	0
baños de mujeres	1	0	1	0	88.14	115.2	0.96	120	115.2	0
biblioteca	4	0	4	0	161.8 2	460.8	3.84	120	460.8	0
bienestar académico	2	0	2	0	412.1 2	230.4	1.92	120	230.4	0
bodega de registro académico	1	0	1	0	73.6	115.2	0.96	120	115.2	0

bodega de administración	2	1	1	0		316.8	2.64	120	115.2	202
computo C	6	1	5	0	363.4 2	777.6	6.48	120	576	202
dirección	2	0	1	0	175.5 7	115.2	0.96	120	115.2	0
educación continua	1	0	1	0	251.3 3	115.2	0.96	120	115.2	0
oficina coordinador de civil	1	0	1	0	335.3 3	115.2	0.96	120	115.2	0
pasillo de administración	6	1	5	0		777.6	6.48	120	576	202
pasillo de aulas 1-6	6	0	6	0		691.2	5.76	120	691.2	0
pasillo de cómputos A-B	5	1	4	0		662.4	5.52	120	460.8	202
pasillo taller 1 de eléctrica	2	0	2	0		230.4	1.92	120	230.4	0
recepción	6	0	6	0		691.2	5.76	120	691.2	0
registro académico	1	0	1	0	64	115.2	0.96	120	115.2	0
sala de conferencias	18	5	13	0		2506	20.9	120	1498	1008
sala de docentes	11	3	8	0	340.4 4	1526	12.7	120	921.6	605
sala de reuniones	4	0	4	0	415.3 6	460.8	3.84	120	460.8	0
taller 1 de eléctrica	7	0	6	1	341.2 5	691.2	5.76	120	691.2	0

7.2 Análisis del consumo energético en la regional.

Con la investigación se tomaron los datos por cada carga existente en la regional ITCA-FEPADE San Miguel.

A continuación se muestra una tabla con los datos obtenidos por cada localidad en la institución.

Tabla 53. Datos de cargas con consumo en Watts

Locales	Luminarias	Ventiladores	Aires acondicionados	Computadoras	Refrigerador	Microonda	Bomba de agua	Fotocopiadora	Oasis	Almacenadores
aula 1	960	180								
aula2	960	180								
aula 3	960	180								
aula 4	960	180								
aula 5	960	180								
aula 6	960	180								
aula 7	1440	180	1800	1620						
aula 8	510		1800	360						
aula 9	1920	180								
taller de eléctrica 1	1120	300								
taller de eléctrica 2	640	60								
taller de mantenimiento de computadoras	1440	180								
laboratorio civil	480	120								
bodega de eléctrica	160									
bodega de civil	160									
Lab. P L C	320	60								
Coordinación departamento civil	160		1800							
pasillo de bodegas eléctrica/civil	100									
computo a	800			3960						
computo b	800			3600						
computo c	800			3960						
Video conferencia	2880			4320						
librería	3200		9000	720	1050	900		6000	612	
luminarias exteriores	1600									
oficinas administrativas	1340		9000							
pasillo de sala de administración	320									
sala de docentes	1600		9000	1440						
cafetería	500									373
baños	1120									
Exterior							1492			
biblioteca	2420		16200	720						
total (W)	31590	2160	48600	20700	1050	900	1492	6000	612	373
PT/DIA (Watt-h)	315900	21600	486000	207000	10500	450	4476	48000	6120	3730
PT/ MES (Watt-h)	9477000	648000	14580000	6210000	315000	13500	134280	1440000	183600	111900

PT/DIA: Es la potencia de consumo por cada tipo de carga al día y se obtiene al multiplicar la suma total por el número de horas aprox. De uso por cada carga.

PT/MES: Es la potencia total de consumo aprox. Mensualmente por cada tipo de carga, y se obtiene al multiplicar PT/DIA por 30 días de uso aprox.

Tabla 54. Total de cargas

Total Consumo (Kw) Dia	PT/dia (Kw-h)	PT/mes (Kw-h)
113.477	1,103.776	

		33,113.280
--	--	------------

PT/día: Es la sumatoria de potencia consumida en todas las cargas durante 1 día.

PT/mes: Es la sumatoria Total de potencia consumida en todas las cargas durante 1 mes, el cual es facturado.

Distribución de cargas

Con la toma de datos se puso constatar que las cargas con mayor consumo energético son 3, que son: Aires acondicionados, luminarias y computadoras. Para esto podemos ver el siguiente gráfico.

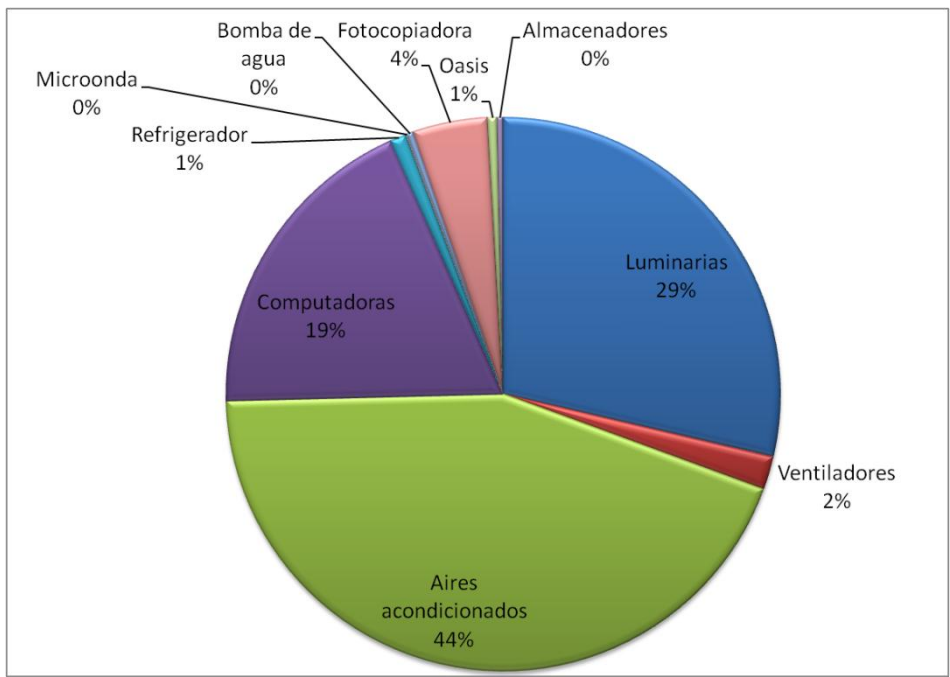


Fig. 45 Cargas de la regional

7.2.1 Iluminación

Con la investigación se realizaron mediciones en iluminación, así como también observaciones.

Las mediciones que se realizaron fueron de nivel de iluminación (Lux) por cada localidad y este presentaba un promedio que entraba en lo normal que como mínimo debe ser 300 lux y las mediciones dieron como resultado un promedio de 255.27 lux.

Entre las observaciones que se hicieron fue que la mayoría de tubos y balastos son electrónicos aunque aún existen unos magnéticos, lo que representa consumos altos de energía. Estos datos son los siguientes: lámparas magnéticas: 28; lámparas electrónicas: 103; lámparas mixtas (ambos tipos de balastro): 3.

En la fig. 45 podemos observar el gran consumo eléctrico que existe solo en luminarias, este representa el 29% del consumo total al mes aproximadamente.

Este consumo se puede traducir en dinero, y la cantidad que se gasta en iluminación durante 1 mes equivale a \$1,895.4 a una tarifa de \$0.20 el Kw-h

SIMULACION DE ILUMINACION EN AULA 6 CON SOFTWARE



Fig. 46 Simulación de iluminación de aula 6

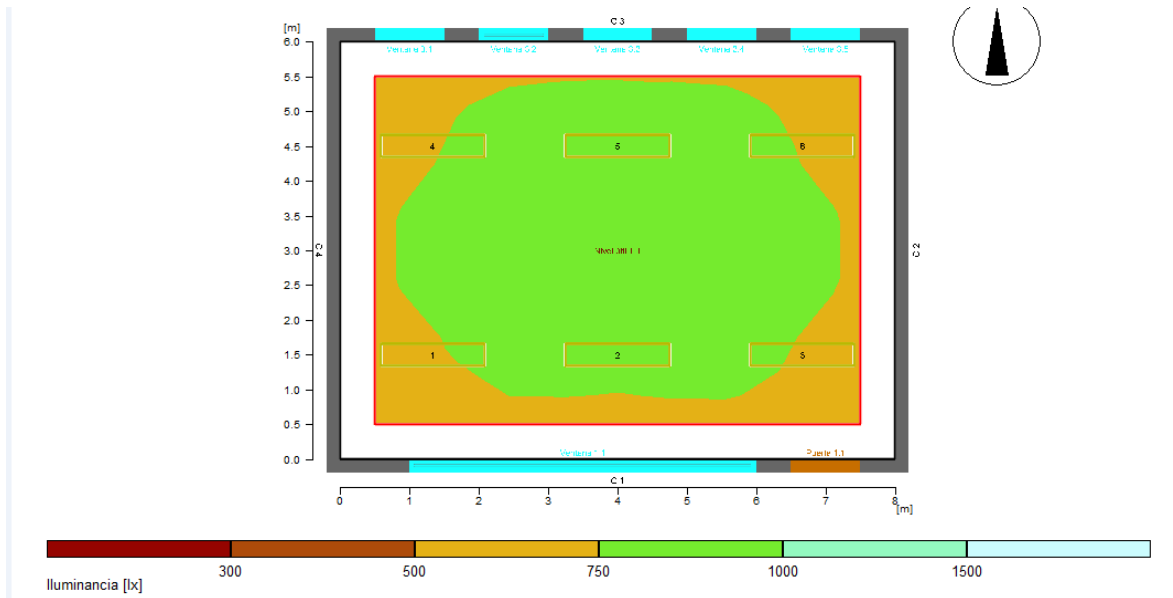


Fig.47 Niveles de iluminación del Aula 6

General

Algoritmia de cálculo utilizada	Porción indirecta media
Altura del nivel de luminarias	3.50 m
Factor de mantenimiento	0.80
Flujo luminoso total de todas las lámparas	76800 lm
Rendimiento global	420.0 W
Rendim. total por superficie (48.00 m ²)	8.75 W/m ² (1.09 W/m ² /100lx)

Área de evaluación 1

Nivel útil 1.1

	horizontal
Em	806 lx
Emin	617 lx
Emin/Em (Uo)	0.76
Emin/Emax (Ud)	0.64
UGR (3.5H 2.6H)	<=17.3
Posición	1.00 m

Superficies principales

	Em	Uo
M 1.5 (Techo)	120 lx	0.80
M 1.1 (Pared)	314 lx	0.44
M 1.2 (Pared)	341 lx	0.45
M 1.3 (Pared)	307 lx	0.43
M 1.4 (Pared)	338 lx	0.45

Tipo Cant. Producto

1	6	Relux Demo	
		Nº de artículo	: I5LM52172RW
		Nombre de la lum.	: Daylight&Energy
		Equipamiento	: 4 x FD-Ø16 32W / 3200 lm

Fig.48 Características de las luminarias usadas.

7.2.2 Aires Acondicionados

Se realizaron estudios de medición en equipo como aires acondicionados.

Se observaron equipos instalados con capacidad inadecuada, así como también, mala ubicación de los condensadores de los aires acondicionados en lugares soleados aumentando la temperatura de estos y por ende mayor trabajo para irradiar el calor incrementando el consumo de energía.

Haciendo referencia a la tabla 1.2 podemos observar que en A/C se tiene un consumo aproximado del 44% del consumo total, que representado en dinero se está hablando de **\$2,916.00** al mes a una tarifa de \$0.20 el KW-h

7.2.3 Computadoras

Se pudo observar que 72 pantallas de computadoras aún son CRT y se sabe que un monitor CRT consume un promedio de 77w lo que representa un alto consumo comparado con los monitores LCD que consumen un promedio de 25w que ya están instalados en algunas áreas de la institución, como en el computo B y toda la área administrativa y de docentes.

Este consumo también se puede observar en la tabla 1.2 y es la tercera carga con mayor consumo eléctrico, que equivale al 19% que en un mes consume la cantidad de \$1,242.00 aprox.

Pero para una mejor comprensión del consumo eléctrico por cada carga en general veamos la siguiente tabla:

Tabla 55. Carga total y costo al mes

Equipos	PT/ MES (Kw-h)	Consumo \$ Al mes	Consumo \$ Al año
Luminarias	9477	1,895.40	20,849.40
Ventiladores	648	129.60	1,425.60
Aires Acondicionados	14580	2,916.00	32,076.00

Equipos	PT/ MES (Kw-h)	Consumo \$ Al mes	Consumo \$ Al año
Computadoras	6210	1,242.00	13,662.00
Refrigeradoras	315	63.00	693.00
Microondas	13.5	2.70	29.70
Bomba de Agua	134.3	26.86	295.46
Fotocopiadoras	1440	288.00	3,168.00
Oasis	183.6	36.72	403.92
Almacenadores	111.9	22.38	246.18
Total	33,113.30	6,622.66	72,849.26

*A una tarifa de \$0.20 el Kw-h

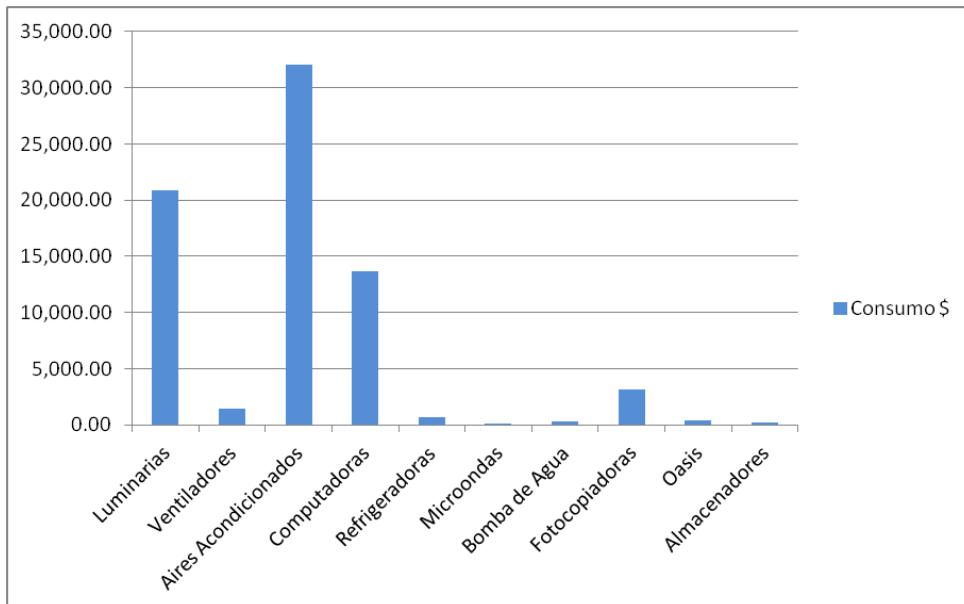


Fig. 49 Costo en facturación de anergia anual.

7.3 INSTALACIONES ITCA-FEPADE SAN MIGUEL.

Las instalaciones del ITCA FEPADE Regional San Miguel, es una construcción el cual sus paredes primarias son elaboradas de mampostería de ladrillo de obra en los edificios más antiguos y bloque de concreto en los recientes tomando en cuenta un laboratorio construido a base de DenGlass, los dos tipos anteriores poseen un excelente comportamiento frente al fuego, es son por naturaleza buenos aislantes acústico e inclusive al aislamiento térmico.



Figura. 50 Pabellón de aulas desde 1 a la 6 está construido con ladrillo de obra.



Figura 51. Las aulas 7 y 9, y de mantenimiento fueron construidas recientemente y fueron construidas con bloque de concreto.



Figura 52. El taller de Eléctrica construido a base de DenGlass y cubierto por lámina Zinc Alum.

También su cubierta es de Lamina Zinc Alum en los edificios recientes y de lámina de asbesto cemento conocida comercialmente como “duralita” en los edificios antiguos, los cuales están llegando a su vida útil. Las láminas Zinc Alum poseen excelentes propiedades que las hacen especialmente recomendables para uso en cubiertas de techumbres, revestimientos laterales y hojalatería.



Figura 53. Servicios sanitarios con Lámina de Asbesto Cemento.



Figura 54. Laboratorio de civil con Lámina de Zinc Alum.

Además de su alta defensa ante la corrosión y agentes atmosféricos indicada anteriormente se puede destacar:

- Reducido peso
- Alta resistencia y, por consiguiente:
 - ✓ Aprovechamiento total del material debido a la eliminación de pérdidas por roturas
 - ✓ Mayor economía en el material de la estructura y en el costo de colocación dado que permite mayor distancia entre apoyos
 - ✓ Disminución de los costos de mantención y reposición, gracias a su resistencia a golpes, terremotos, variaciones de temperatura, con lo cual disminuyen los costos de mantención y reposición.
- Resistencia al fuego
- Impermeabilidad total: asegura la protección de los elementos cubiertos.
- Fácil instalación

Pero con la condición que este no es un elemento correcto para utilizar en techados de grandes magnitudes o donde existe cantidad de personas que hacen uso frecuente de las instalaciones ya que no es un aislante térmico y por ende permite el paso de altas temperaturas a las instalaciones.

Las paredes de las instalaciones del ITCA FEPADE Regional San Miguel, están

mayormente pintadas de color ocre y blanco hueso, que es un color oscuro el cual es incómodo y no brinda confiabilidad ya que estos influyen a nuestros estados de ánimos.



Figura 55. Instalaciones pintadas de color ocre y blanco hueso. Inclusive hay un aula con sus paredes pintadas de color celeste con azul.

Muchas aulas no tienen fácil acceso a la ventilación y es por esto que se hace uso de los aires acondicionados, ya que la temperatura en estas aulas es demasiado alta, provocando un alto uso de energía, los tipos de ventanas cielos falsos colaboran en el paso del viento a las instalaciones y disminuir la temperatura, sin embargo, se debe

evaluar un tipo de material con mejores condiciones de aislante térmico en las aulas del ITCA FEPADÉ.



Figura 56. Cielo falso en pasillo frente a oficinas administrativas.

7.3.1 ANALISIS DE TEMPERATURA DE LAS AULAS DEL ITCA FEPADÉ REGIONAL SAN MIGUEL.

ANÁLISIS DE TEMPERATURA EN LAS DIFERENTES AULAS DEL ITCA FEPADÉ REGIONAL SAN MIGUEL				
ESTRUCTURA	TIPO DE TECHO	HORA	GRADOS CELSIUS	GRADOS FAHRENHEIT
Taller de civil	Lamina Zinc Alum	1:55 – 2:00	36° C	88° F
Cafetín	Asbesto Cemento	2:03 – 2:08	35° C	87° F
Pabellón de aula 7-9	Lamina Zinc Alum	2:08 – 2:13	34.5° C	86.5° F
Pabellón de aula 1-6	Asbesto Cemento	2:16 - 2:21	36.5° C	88.5° F

ESTRUCTURA	TIPO DE TECHO	HORA	GRADOS CELSIUS	GRADOS FAHRENHEIT
Taller de Eléctrica	Asbesto Cemento	2:24 – 2:29	34.5° C	86.5° F
Administración (con aire acondicionado)	Asbesto Cemento	2:35- 2:40	30° C	85° F
Laboratorio de Eléctrica (con aire acondicionado)	Lamina Zinc Alum	2:44 – 2.49	27° C	80° F
Video conferencia (con aire acondicionado)	Asbesto Cemento	2:52 – 2:57	30° C	85° F

Figura 57. Temperaturas de aulas

7.4 Propuestas de solución eléctrica

7.4.1 En iluminación:

1. Charlas

Capacitar a todo el personal con charlas de concientización del buen manejo de luminarias incluyendo a docentes y estudiantes y así evitar que se estén utilizando las luminarias en horarios no requeridos.

2. Implementación de tragaluz.

La utilización de un sistema de iluminación natural proporciona un importante ahorro energético en iluminación en locales comerciales y oficinas que necesitan iluminación durante la mayor parte del día. En esos casos, es posible eliminar el coste energético durante varias horas y utilizar la luz artificial sólo durante los periodos en que sea estrictamente necesario.

Ahorro

La utilización de un sistema de iluminación natural proporciona un importante ahorro energético en iluminación en locales comerciales y oficinas que necesitan iluminación

durante la mayor parte del día. En esos casos, es posible eliminar el coste energético durante varias horas y utilizar la luz artificial sólo durante los periodos en que sea estrictamente necesario.

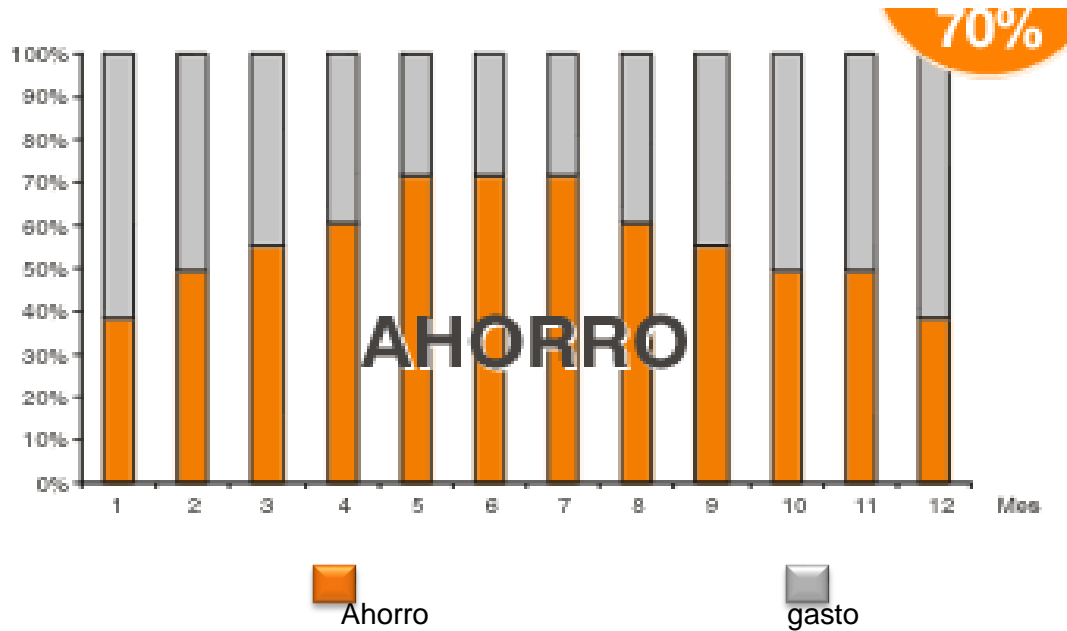


Figura 58. Ahorro en el uso de tragaluz

Diseño del tragaluz

330 DS Closed Ceiling

The SolaMaster 330 DS is designed to maximize light output at any time of day. It effectively captures low-angle rays in the morning and late afternoon, and collects high-angle rays at midday for powerful performance. It is ideal for lighting expansive spaces with dropped ceilings where variances in light levels don't create an issue for occupants.

- Tube size ≈ 21 in. (530 mm)
- Potential tube length ≈ 50 ft. (15 m)

Applications

- Offices / Corridors
- Restaurants
- Retail spaces



Figura 59. Diseño de tragaluz

Diseño de nivel de iluminación en aula usando software SOLATUBE

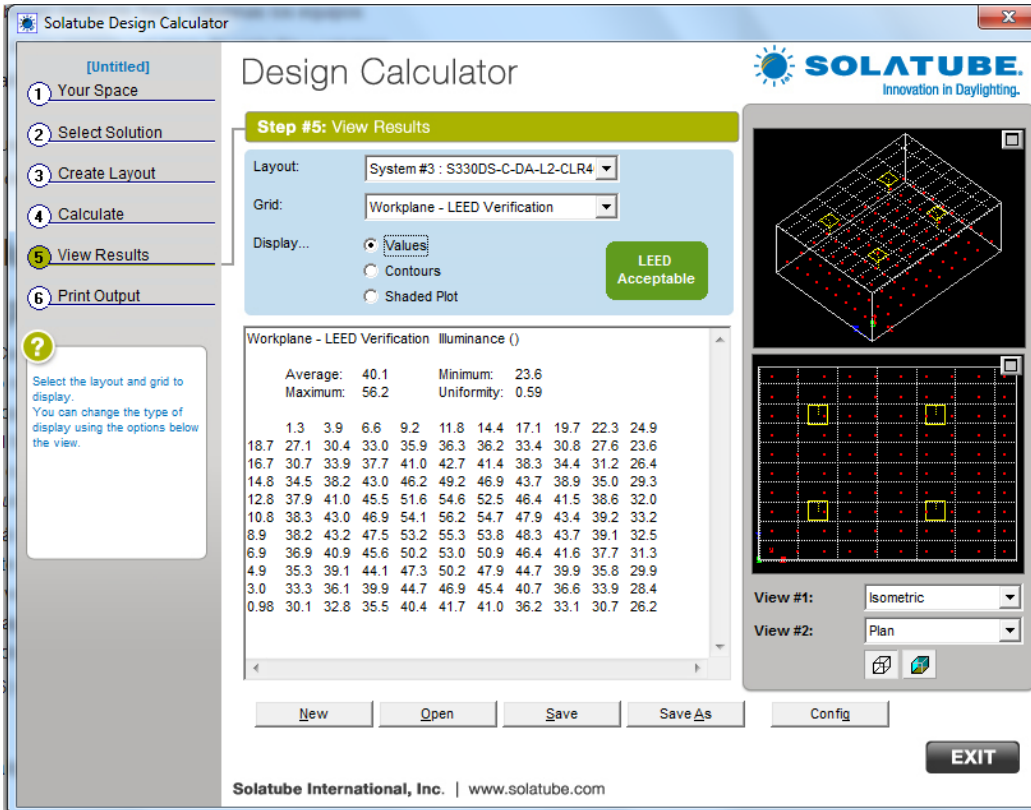


Figura 60. Pantalla de diseño de iluminación con sola tube

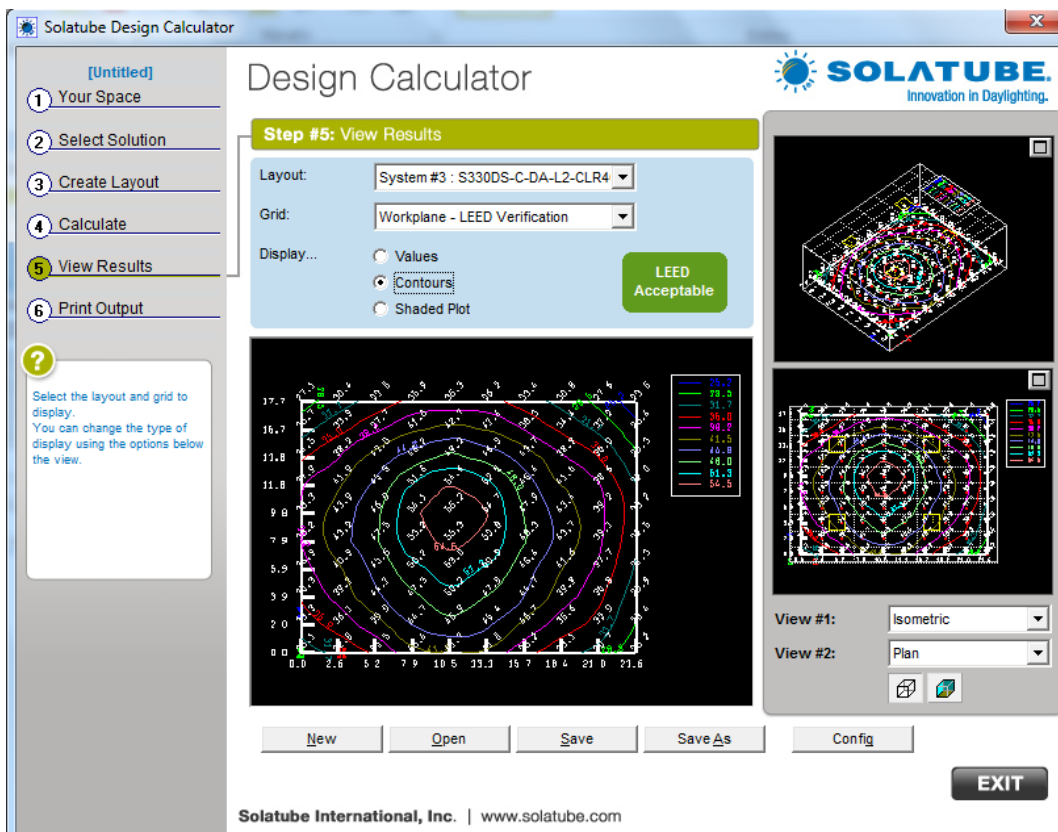


Figura 61. Pantalla de diseño de iluminación con sola tube

Tipo de tragaluz Aula 6

Solatube 330 DS / 750 DS

Precio = \$800

- Un tubo fluorescente consume un promedio de 36W

Consumo en \$ = 4 tubos x 36W = 0.144Kw/h lámpara x 3,000 horas x \$0.20 =

\$86.4 x 125 luminarias = \$10,800.00 ANUALES

Tabla 55. Periodo de recuperación

Inversión inicial	\$66,640.00
Ahorro en un año	\$10,800.00
Periodo de recuperación	6.17 de años
Garantía de equipos	10 Años
Ganancia post-recuperación	\$41,360.00

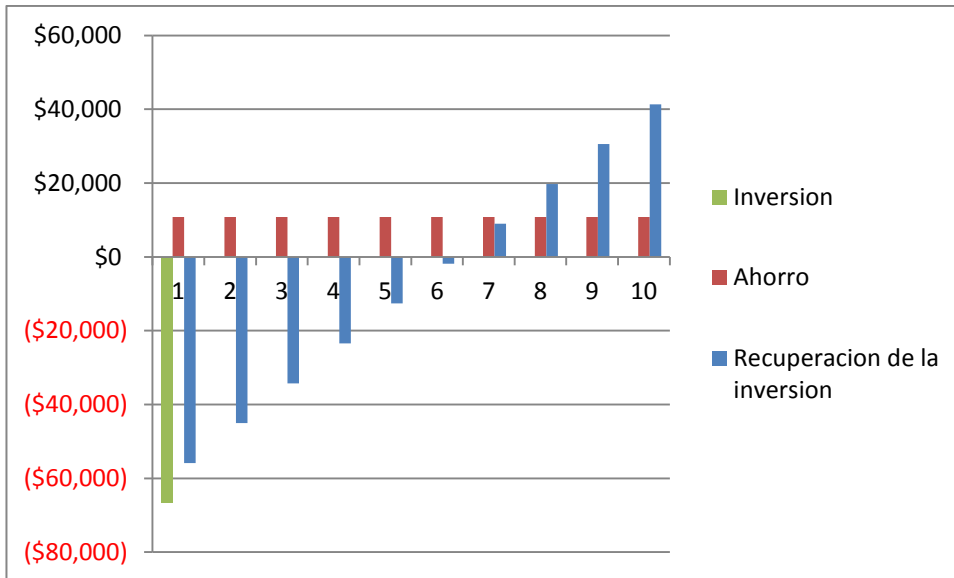


Figura 62. Tiempo de recuperación de tragaluz

3. Cambio de lámparas fluorescentes a lámparas LED en aula 6

La iluminación LED se distingue por consumir entre un 80 y 90% menos de electricidad que una bombilla incandescente tradicional y un 65% menos de electricidad que una bombilla de bajo consumo de tecnología fluorescente, esto conlleva un impresionante ahorro económico y una rápida amortización de la inversión.

Datos de comparación:

Para encontrar el consumo anual se utilizara el siguiente dato:

Horas de uso al año= 10 horas diarias x 300 días/año = 3,000h/año

- Un tubo fluorescente consume un promedio de 36W

Consumo en \$ = 4 tubos x 36W = 0.144Kw/lámpara x 3,000 horas x \$0.20 =
\$86.4 x 125 luminarias = \$10,800.00 ANUALES

- Un tubo LED consume un promedio de 18W

Consumo en \$ = 4 tubos x 18W = 0.072Kw/lámpara x 3,000 horas x \$0.20 =
\$43.2 x 125 luminarias = \$5,400.00 ANUALES

Es decir: se refleja un importante ahorro del 50% que significan \$6,480.00 Al año

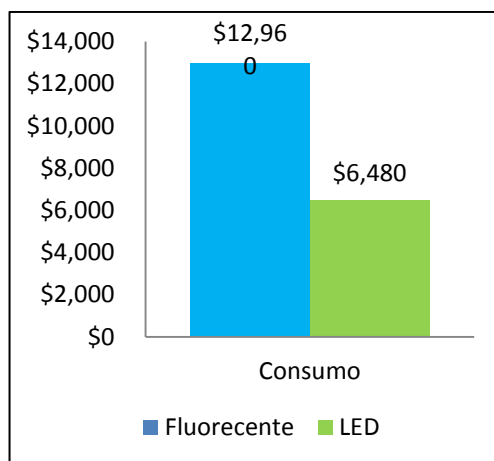


Figura 62. Comparativo costo de consumo de led y fluorescente anual

Análisis de costo

Los tubos LED no tienen filamentos u otras partes mecánicas de fácil rotura y fallo por "fundido". No existe un punto en que cesen de funcionar, su degradación es gradual a lo largo de su vida. Se considera una duración entre 30.000 horas, hasta que su luminosidad decae por debajo del 70%, eso significa entre 10 y 15 años en una aplicación de 10 horas diarias 300 días/año, reduciendo los costes de mantenimiento y remplazo.

Tabla 56. Características del tubo

Potencia	18w
Largo	1200mm ± 10mm
Diámetro	Φ26
Factor de potencia	0.85-0.90
Luminancia	1800 ± 50lm

Tabla 57. Inversión

Cantidad de tubos	500
Precio Unitario	\$40.00
Total de Inversión	\$20,000.00

Tabla 58. Periodo de recuperación

Inversión inicial	\$20,000.00
Ahorro en un año	\$6,480.00
Periodo de recuperación	3.7 Años ~ 4 Años
Garantía de equipos	10 Años
Ganancia post-recuperación	\$38,320.00

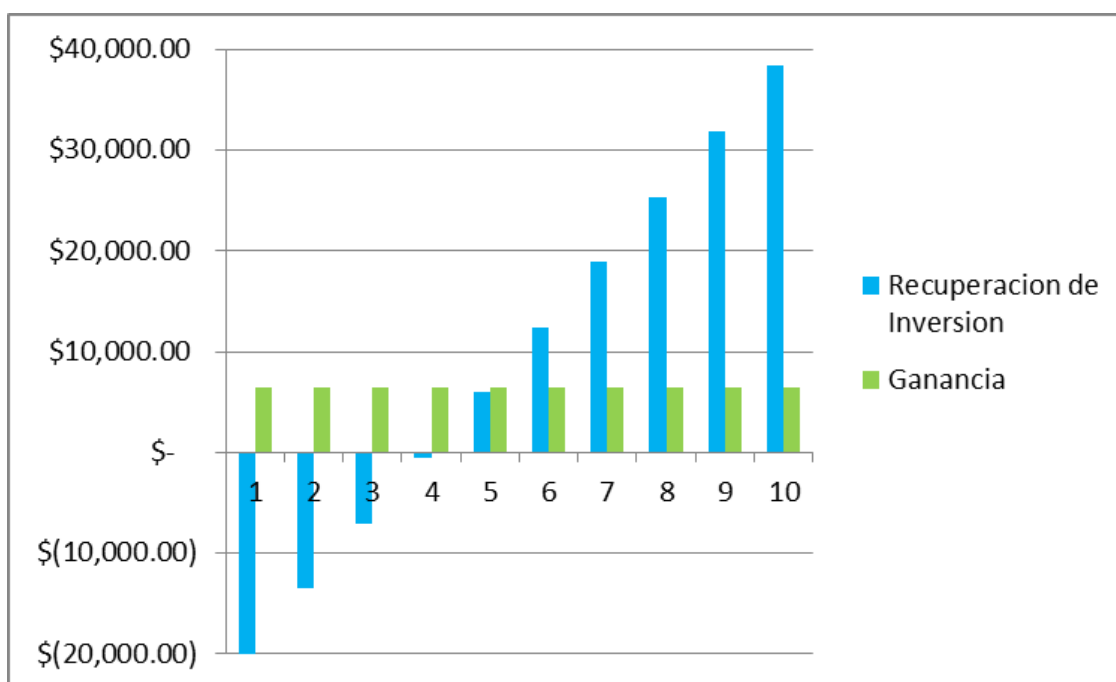


Figura 63. Tiempo de recuperación de tecnología led.

7.4.2 En Aires acondicionados:

1. Reubicación de condensadores.

Como se mencionaba antes, se observó que los condensadores están bajo luz solar directa, esto causa que el condensador trabaje más para realizar su función de llevar el refrigerante del estado gaseoso a líquido. Una vez los condensadores estén en la sombra, el proceso de enfriamiento será más rápido, dando como resultado menos tiempo de encendido del condensador y por ende menos consumo eléctrico.

2. Charlas

Dar charlas de concientización a todo el personal del buen manejo de los A/C poniendo horarios en que estos estén encendidos y normalizando una temperatura entre los 20°C a 25°C que es una temperatura agradable al cuerpo y así evitar que se estén utilizando en horarios no requeridos y temperaturas muy bajas.

7.4.3 En Computadoras

1. Charlas

Dar charlas de concientización a todo el personal para un buen manejo de las computadoras, recomendando a estos dejar las PC's en modo "suspender", "Stand By" o "Hibernar", cuando no se vaya a utilizar el equipo durante un lapso de tiempo, esto puede generar un ahorro de energía de hasta un 15%

2. Cambio de pantallas CRT a LCD

- 72 pantallas de computadoras aún son CRT
- Un equipo LCD consume aprox. el 50% menos que un equipo CRT (Datos tomados de la UE ENERGY STAR).

Comparaciones

Primero obtendremos un promedio de horas de uso al año:

8horas x 6días x 4semanas x 11meses = 2,112 horas/año

Ahora seguimos con el cálculo de consumo en "\$" al año por cada tipo de pantalla:

- Un monitor CRT consume un promedio: 77W

Consumo en \$ = $0.077 \text{ kw} \times 2112 \text{ horas} \times \$ 0.20 = 29.56 \$ \times 72 \text{ monitores} = 2,341.78\$$
ANUALES

- Un monitor LCD Consumen un promedio: 25W

Consumo en \$ = $0.025 \text{ kw} \times 2112 \text{ horas} \times \$ 0.20 = 10.56 \$ \times 72 \text{ monitores} = 760.32\$$
ANUALES

Es decir se refleja un significativo ahorro del 67.53%; que es igual a \$1,581.46

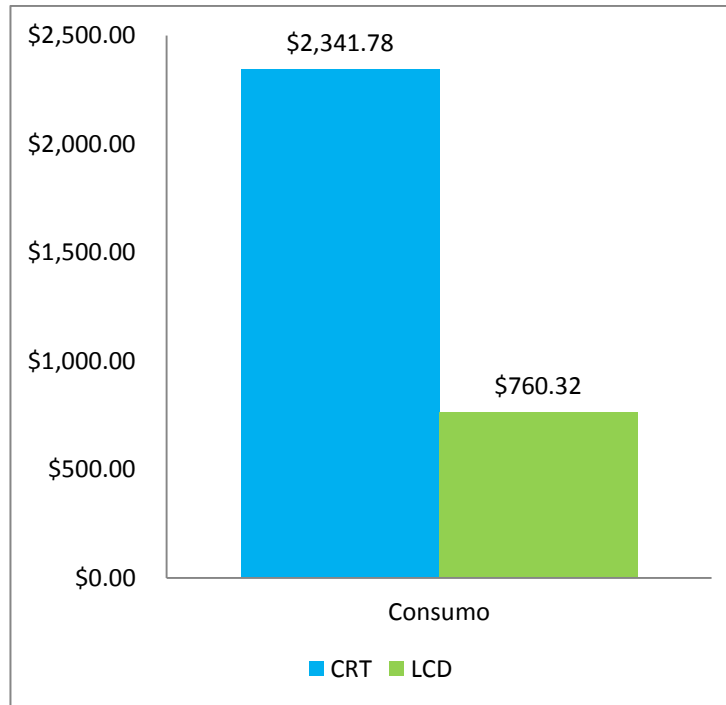


Figura 64. Comparativo de gasto con LCD y CRT

Análisis de costo

La vida útil de una pantalla LCD esta entre las 60,000 horas, que sería equivalente a aprox. 25 años

EL precio de una pantalla LCD de 16" al precio de \$129. Si se sigue esta propuesta con ese precio, la inversión inicial quedaría de la siguiente manera:

Tabla 59. Características de los monitores

Equipo	16" LCD / L16D20 / 720p
Cantidad de equipos	72
Precio Unitario	\$129.00
Total de Inversión	\$9,288.00

Tabla 60. Periodo de recuperación

Inversión inicial	\$9,288.00
Ahorro en un año	\$1,581.46
Periodo de recuperación	5.8 Años ~ 6 Años
Garantía de equipos	25 Años
Ganancia post-recuperación	\$28,667.04

Gráfica

Representación de datos con relación entre años de garantía y comportamiento de la recuperación de inversión.

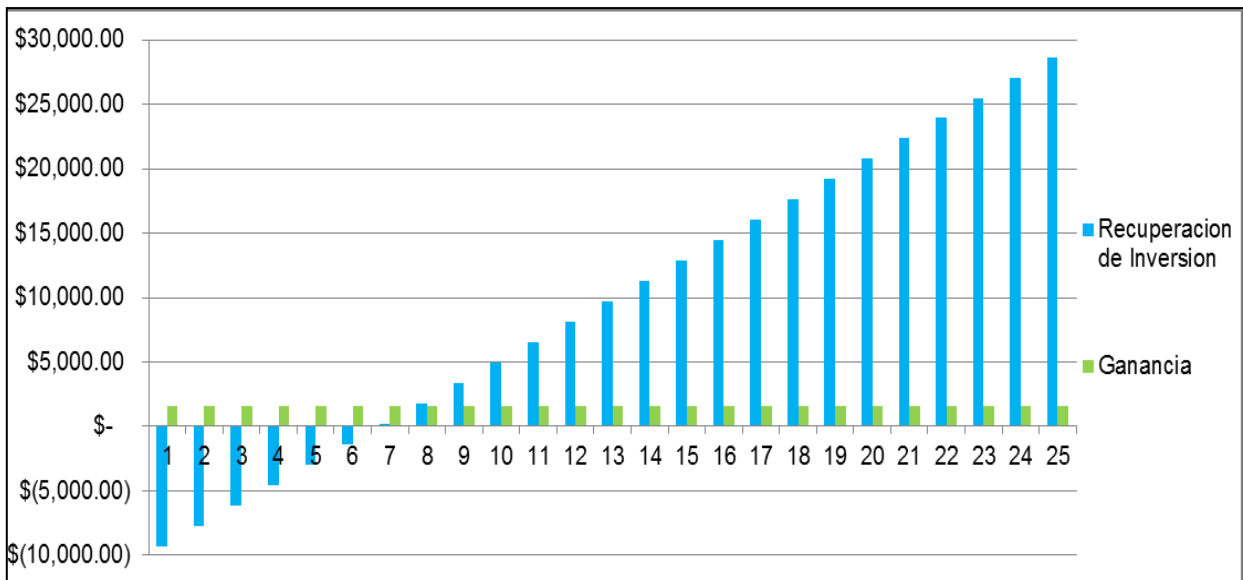


Figura 65. Comportamiento de la recuperación de la inversión

7.4.4 Propuestas de solución Civil

- **Cambio de techos en el edificio “A”:**

El edificio “A” está constituido por asbesto cemento se recomienda que sea cambiado por lamina aislantes tipo prodex para un mejor ambiente.



Figura 66. Propuesta de techo
ACTUAL



Figura 67. Estado actual de los techos

- **Muro perimetral en la zona norte:**

Tendrá como objetivo evitar los sonidos provenientes de afuera, La contaminación ambiental provocada por automóviles y la contaminación visual y auditiva.

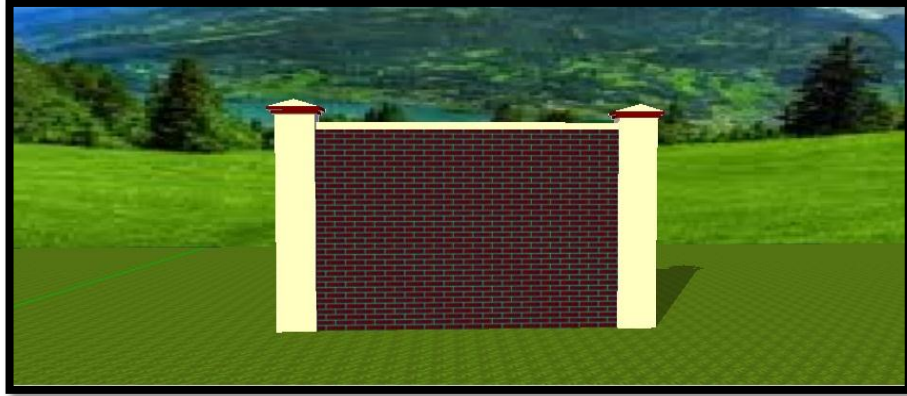


Figura 68. Propuesta de muro
ACTUAL



Figura 69. Estado actual del muro.

- **Muro de vegetación en la zona este del cómputo “C”**

Se evitará el sobrecalentamiento de las paredes del cómputo, provocando un ambiente agradable dentro del aula con una temperatura considerable.



Figura 70. Perímetro proyectado



Figura 71. Estado actual

- **Pared doble en la zona este del cómputo “C” o enchape de loseta de ladrillo de barro**

Si no se considera la anterior se puede optar por realizar esta opción, funcionando

de tal modo que la primer pared reciba todo el calentamiento, manteniendo la segunda a una temperatura normal.

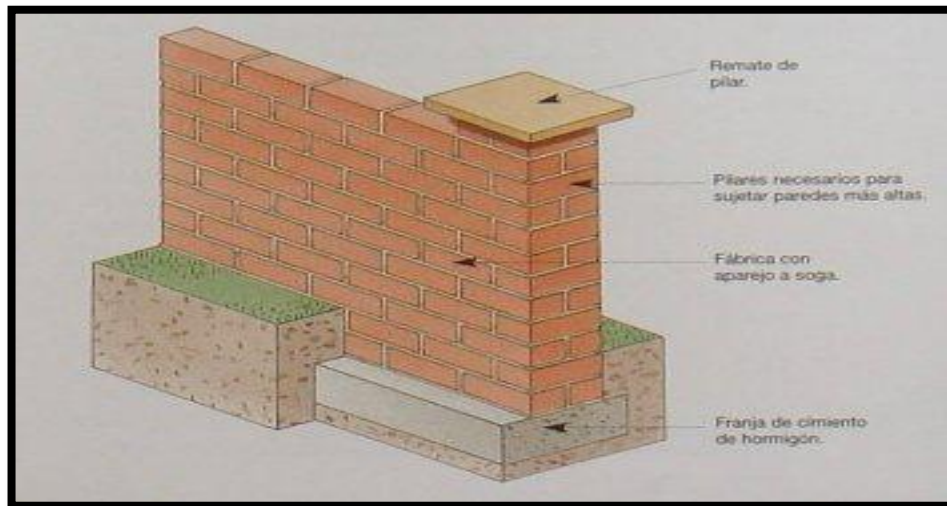


Figura 72. Muro proyectado



Figura 73. Estado Actual

- **Muro de vegetación en la zona este del laboratorio de eléctrica**
Con este muro se evitará el calentamiento del tanque y del laboratorio.



Figura 74. Vegetación proyectada



Figura 75. Estado actual de la vegetación

- **Cambio de cielos falsos**

El cielo falso actual se encuentra muy deteriorado, por lo cual es recomendable

cambiarlo por cielo falso polivinil para una mejor estética en las instalaciones.



Figura 76. Cielos falsos proyectados

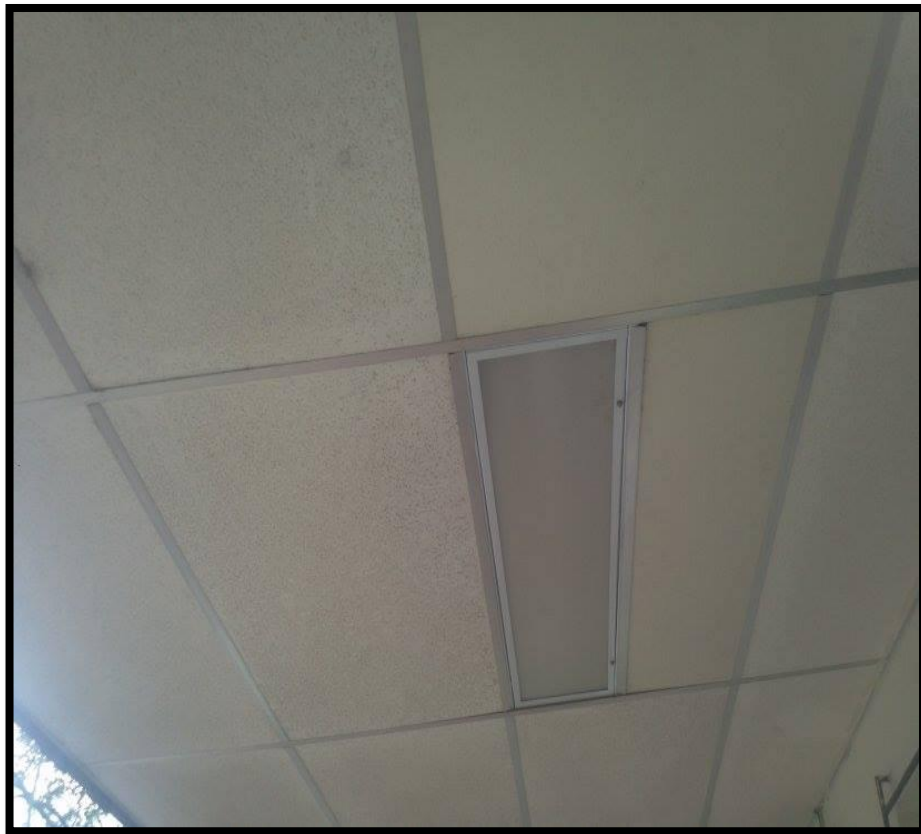


Figura 77. Cielos falsos actuales

- **Cambio de servicios sanitarios:**

Para disminuir el gasto de agua y una remodelación para una mejor estética.



Figura 78. Tipos de servicios sanitarios proyectados

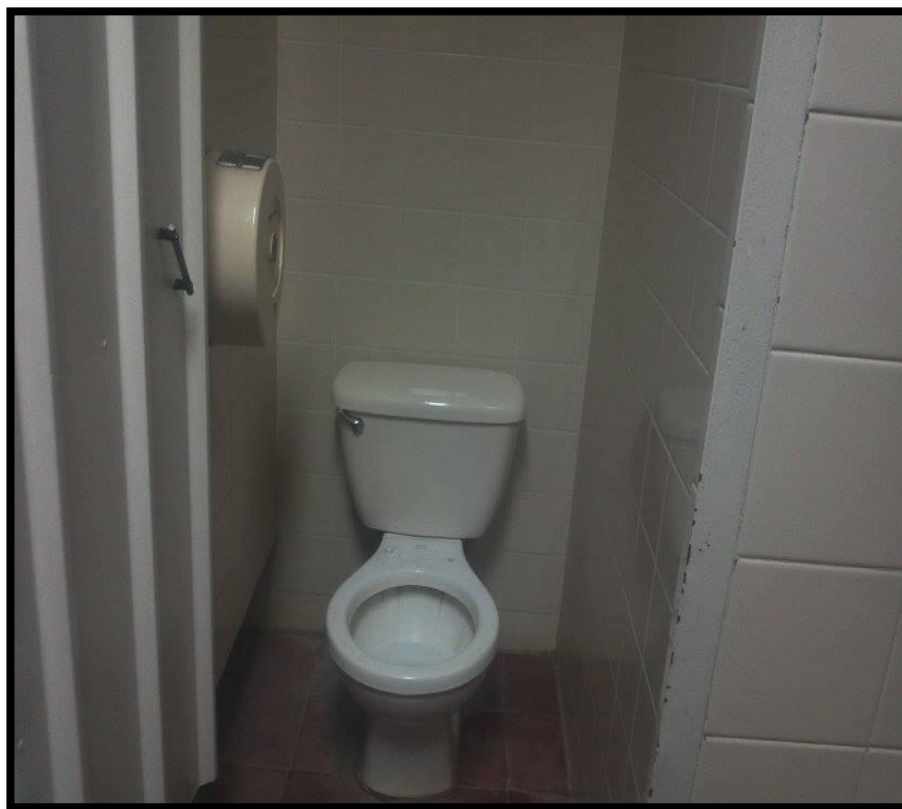


Figura 79. Estado actual de los sanitarios

- **Cambio de vegetación al norte del taller de ingeniería eléctrica.**

Reemplazar la zona vegetal actual, por una que mantenga más fresco el ambiente.



Figura 80. Vegetación proyectada



Figura 81. Estado actual

NORMATIVA PARA LA INFRAESTRUCTURA DE AULAS

AULAS.

Cada una de las aulas cumplirá:

- Area por alumno: 1.25 M²
- Capacidad máxima recomendable: 40 alumnos.
- Tendrá las mejores condiciones de iluminación y ventilación natural.
- La altura de repisa en ventanas será aproximadamente de 1.40 metros.
- Se considerarán las mejores condiciones acústicas, a fin de evitar interferencias de sonidos entre aulas, y especialmente se aislarán del ruido exterior.
- Su diseño facilitará la mejor visibilidad de parte de los alumnos hacia el pizarrón; la primera fila de pupitres estará a 2.10 metros del mismo, y la dimensión del aula, en la cual se encuentre ubicado el pizarrón, no excederá los 8.0 metros.
- Las dimensiones del pizarrón serán aproximadamente de 1.20 X 4.50 metros.
- La iluminación artificial se proporcionará por medio de luminarias fluorescentes y el nivel lumínico no será menor de 300 LUXES.
- La altura de las luminarias estará aproximadamente a 2.80 metros sobre el nivel del piso.
- La circulación ofrecerá las condiciones óptimas para el acceso y salida de las aulas; y el espacio para el maestro se ubicará inmediatamente junto al acceso.
- Las puertas abatirán hacia afuera; y el ancho será de 1.00 metro mínimo.
- La separación lateral entre pupitres será aproximadamente de 0.45 metros.
- La altura promedio del aula se define en aproximadamente 2.80 metros.

CIRCULACIONES.

Las normas de diseño para las circulaciones horizontales y verticales serán:

- El ancho de los pasillos tendrá una dimensión mínima de 2.40 metros, cuando se sitúe junto a una fila de aulas, y en longitud tendrá un máximo de 30.0 metros; y cuando se trate de la unión de dos filas de aulas, el ancho del pasillo será de 3.60 metros. Y no se deberá ubicar puertas frente a frente.
- Las escaleras se ubicarán preferentemente al centro de la longitud del pasillo y se evitará que se coloquen frente a la puerta de un aula y el acabado del piso será una superficie rugosa antideslizante.
- El ancho mínimo de las escaleras será de 1.50 metros y deberán quedar equipadas con sus respectivos pasamanos.
- Las escaleras tendrán un descanso a la mitad de la altura entre los diferentes niveles de las plantas de los edificios, y quedarán protegidos contra el viento y la lluvia.

PLAZAS Y JARDINES.

Estos espacios son necesarios para que funcionen como vestíbulos de acceso, áreas de circulación y conexión inter-espacial, áreas de esparcimiento, áreas ecológicas y de ambientación. Deberá equiparse con bancas, mesas, bebederos y abundante vegetación. Ver anexos.

PLAN DE OFERTA DE AULAS.

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1. PARTIDA:	TERRACERIA				\$24,546.01
1.1 SUB-PARTIDA:	DESCAPOTE EN AREA A CONSTRUIR, h de excavacion= 2.25 m	m3	357.58	\$8.60	\$3,076.16
1.2 SUB-PARTIDA:	EMPLANTILLADO DE PIEDRA EN PERIMETRO DE AULAS	m3	58.68	\$105.47	\$6,188.96
1.3 SUB-PARTIDA:	RELLENO DE LODOCRETO EN AULAS	m3	280.14	\$19.50	\$5,462.73
1.4 SUB-PARTIDA:	TRAZO Y NIVELACION	m2	227.24	\$2.28	\$518.77
1.5 SUB-PARTIDA:	EXCAVACION DE ARRIATES, ANCHO 0.70m, ALTO 1.75m	m3	153.86	\$14.42	\$2,217.95
1.6 SUB-PARTIDA:	DESALOJO DE MATERIAL	m3	357.58	\$6.07	\$2,170.87
1.7 SUB-PARTIDA:	COMPACTACIÓN SUELO CEMENTO EN ARRIATES PROPORCIÓN 1:20	m3	54.8	\$89.61	\$4,910.57
2. PARTIDA:	CIMENTACIONES				\$11,116.67
2.1 SUB-PARTIDA:	SOLERA DE FUNDACION SF-1, 0.60mx0.40m, Ho 4#5 + 2#4 + ESTRIBO #3@ 0.15, f'C 210 Kg/ Cm2 , f'Y 2800 Kg/ Cm2	m3	15.64	\$354.86	\$5,550.06
2.2 SUB-PARTIDA:	SOLERA DE FUNDACION SF-2 y SF-3, 0.40M X 0.25 M ,Ho 4# 4 + ESTRIBO #3@ 0.15, f'C 210 Kg/ Cm2 , f'Y 2800 K/g Cm2	m3	12.56	\$376.29	\$4,726.16

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2.3 SUB-PARTIDA:	ZAPATA AISLADA Z-1, 1.25MX 0.25MX1.25M, EMPARRILLADO Ho #4, f'C 210 Kg/ Cm2 , f'Y 2800 Kg/ Cm2	m3	3.12	\$269.37	\$840.44
3. PARTIDA:	ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO				\$37,804.30
3.1 SUB-PARTIDA:	NERVIO 0.175M x 0.17m x 4.40 m,4#3/8 + EST #1/4 @0.15m f'C= 210Kg/Cm2 Y f'Y= 2800 Kg/Cm2	m3	1.04	\$608.77	\$633.12
3.2 SUB-PARTIDA:	NERVIO LATERAL 0.175m X 0.17m x 4.80m, 4#3/8 + EST #1/4 @0.15M f'C= 210 Kg/Cm2 Y f'Y= 2800 Kg/Cm2	m3	1.18	\$599.72	\$707.67
3.3 SUB-PARTIDA:	COLUMNA C-1, 0.30mX 0.30m, 4#4 + ESTRIBO #3 @ 0.15m, f'C= 210Kg/Cm2 Y F'C= 2800Kg/Cm2.	m3	3.20	\$835.76	\$2,674.43
3.4 SUB-PARTIDA:	LOSA DE PISO CONCRETO f'C= 210 Kg/Cm2, h= 0.10m CON ELECTROMALLA	m2	128	\$43.28	\$5,540.06
3.5 SUB-PARTIDA:	PAVIMENTADO DE CONCRETO Y REFUERZO POR CONTRACCION Y TEMPERATURA h= 0.15m.	m2	515.29	\$51.62	\$26,597.05
3.6 SUB-PARTIDA:	ACERA DE CONCRETO f'C= 210 Kg/Cm2, h= 0.06m	m3	5.91	\$279.52	\$1,651.97
4. PARTIDA:	PAREDES				\$17,110.54
4.1 SUB-PARTIDA:	PARED DE BLOQUE DE CONCRETO DE 15X20X40, INCLUYE BASTONEADO #4 @ 1.00 m Y CONCRETEADO GROUT	m2	242.62	\$42.01	\$10,193.04
4.2 SUB-PARTIDA:	BLOQUE SOLERA EN PAREDES Y ARRIATES + LLENADO DE GROUT EN BLOQUE SOLERA	ml	433.72	\$15.95	\$6,917.50
5. PARTIDA:	ACABADO				\$8,061.17

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
5.1 SUB-PARTIDA:	REPELLO EN SUPERFICIE VERTICAL (2.00 cm de espesor)	m2	572.68	\$5.87	\$3,361.93
5.2 SUB-PARTIDA:	AFINADO EN SUPERFICIE VERTICAL (2.00 mm de espesor)	m2	572.68	\$1.76	\$1,010.46
5.3 SUB-PARTIDA:	PINTADO CON PRIMERA Y SEGUNDA MANO	m2	480.98	\$3.50	\$1,683.86
5.4 SUB-PARTIDA:	ENCHAPADO DE LOSETA DE BARRO A ALTURA DE REPISA EN PERIMETRO DE AULAS (h=1.40)	m2	85.68	\$23.40	\$2,004.91
6. PARTIDA:	TECHOS				\$17,618.26
6.1 SUB-PARTIDA:	POLIN C 4" (CHAPA 14)	ml	282.92	\$5.16	\$1,458.85
6.2 SUB-PARTIDA:	ENLAMINADO DE ZINC ALUM, ARQUITEJA Y TRASLUCIDA Y COLOCADO DE AISLANTE TERMICO PRODEX	m2	255.50	\$35.99	\$9,194.56
6.3 SUB-PARTIDA:	CAPOTE	ml	10.46	\$15.19	\$158.85
6.4 SUB-PARTIDA:	VIGAS MACOMBER	ml	56.57	\$50.60	\$2,862.61
6.5 SUB-PARTIDA:	FASCIA DE FIBROLIT	ml	44.74	\$15.60	\$697.94
6.6 SUB-PARTIDA:	CANAL DE LAMINA GALVANIZADA Y CANAL COLONIAL	ml	32.50	\$20.99	\$682.27

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
6.7 SUB-PARTIDA:	CIELO FALSO LOSETA DE YESO CON POLIVINIL	m2	237.55	\$10.79	\$2,563.16
7. PARTIDA:	PISOS				\$5,244.79
7.1 SUB-PARTIDA:	CERAMICA EN AULAS DE 55X55	m2	137.00	\$28.42	\$3,893.24
7.2 SUB-PARTIDA:	CERAMICA ANTIDESLIZANTE DE 55X55 EN CORREDOR	m2	47.56	\$28.42	\$1,351.55
8. PARTIDA:	INSTALACIONES HIDRAULICAS				\$3,825.77
8.1 SUB-PARTIDA:	EXCAVACION PARA TUBERIAS, INSTALACION DE TUBERIAS, ACCESORIOS Y CUNETA DE LADRILLO DE BARRO Y CAJA DE AGUAS LLUVIAS	SG	1	\$3,825.77	\$3,825.77
9. PARTIDA:	INSTALACIONES ELECTRICAS				\$6,500.00
9.1 SUB-PARTIDA:	INSTALACION ELECTRICA (DUCTO, CABLEADO, LUMINARIAS, INTERRUPTORES, TOMACORRIENTE, CAJA, ETC)	SG	1	\$6,500.00	\$6,500.00
10. PARTIDA:	PUERTAS				\$1,092.00
10.1 SUB-PARTIDA:	PUERTAS METALICAS (1.00m x 2.10m)	m2	8.40	\$130.00	\$1,092.00
11. PARTIDA:	VENTANAS				\$9,285.12
11.1 SUB-PARTIDA:	VENTANAS PIVOTANTE DE MARCO DE ALUMINIO CON LOSETA DE VIDRIO	m2	63.36	\$104.00	\$6,589.44

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
11.1 SUB-PARTIDA:	VENTANAS TIPO PERSIANAS	m2	46.08	\$58.50	\$2,695.68
12. PARTIDA	JARDINERIA				\$1,839.72
12.1 SUB-PARTIDA:	ENGRAMADO	m2	70	\$26.28	\$1,839.72
13. PARTIDA:	OTROS				\$2,761.20
13.1 SUB-PARTIDA:	BALCONES PARA VENTANAS	m2	63.36	\$32.50	\$2,059.20
13.1 SUB-PARTIDA:	EMPARILLADO DE CUNETAS	ml	54	\$13.00	\$702.00
				TOTAL	\$146,805.54

COSTO DIRECTO	\$112,927.34
COSTO INDIRECTO 30%	\$33,878.20
IVA	\$19,084.72
COSTO TOTAL DE AULAS	\$165,890.26

4.3 PLAN DE OFERTA DE MURO PERIMETRAL.

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1. PARTIDA:	MURO PERIMETRAL				
1.2 SUB-PARTIDA:	TRAZO Y NIVELACION	ml	5.56	\$2.43	\$13.51
1.3 SUB-PARTIDA:	EXCAVACION DE MURO PERIMETRAL	m3	9.75	\$10.70	\$104.28
1.4 SUB-PARTIDA:	COMPACTACION DE SUELO CEMENTO PROPORCION 1:20 EN MURO PERIMETRAL	m3	8.41	\$102.21	\$859.55
1.5 SUB-PARTIDA:	SOLERA DE FUNDACION DE MURO, 0.60M X 0.40M ,Ho 4#5 + 2#4 + ESTRIBO #3@ 0.15, F'C 210 KG/ CM2 , F'Y 2800 KG/ CM2	m3	1.33	\$339.20	\$451.14
1.6 SUB-PARTIDA:	NERVIOS DE MURO	SG	1	\$201.83	\$201.83
1.7 SUB-PARTIDA:	PARED DE LADRILLO DE BARRO	m2	10.40	\$20.16	\$209.65
1.8 SUB-PARTIDA:	SOLERA INTERMEDIA 0.14m x 0.20m, 4#3 + ESTRIBO #2 @ 0.15m	ml	9.07	\$67.00	\$607.67
1.9 SUB-PARTIDA:	SOLERA CORONAMIENTO 0.14m x 0.20m, 4#3 + ESTRIBO #2 @ 0.15m	ml	4.71	\$33.74	\$158.90
				TOTAL	\$2,606.54

COSTO DIRECTO	\$2,005.03
COSTO INDIRECTO	\$601.51

IVA	\$338.85
COSTO TOTAL DE PANEL	\$2,945.39
COSTO DE 1 ML	\$529.75
COSTO TOTAL DE MURO PERIMETRAL	\$52,185.39

8. CONCLUSIONES

Al realizar la investigación bibliográfica sobre eficiencia energética se pudo comprobar que la mayoría de países del mundo están considerando las consecuencias por el mal uso de la energía, lo que los ha llevado a adoptar medidas para el uso eficiente de los recursos, desde implementar sistemas como el uso de botellas en la iluminación hasta el uso de sistemas eficientes con una inversión inicial muy alta pero con un retorno de la inversión en el tiempo que supera los costos actuales de consumo de energía.

Las mediciones realizadas sobre el consumo de energía permitieron confirmar que la institución tiene un consumo excesivo causado por las ineficiencias de los sistemas de iluminación actual, mala ubicación de los sistemas de aire acondicionado, los tipos de monitores, la influencia de la temperatura en los diseños de los edificios, el tipo de paredes.

Al realizar el análisis se pudo comprobar que la mayor parte del consumo total de energía es causado por el uso de aires acondicionados con un 44%, iluminación con un 29% y computadoras con un 19%, por lo cual una estrategia para lograr una mayor eficiencia energética es atacar estos tres componentes.

Al realizar el análisis del diseño de los edificios se pudo comprobar que existen otras alternativas para poder lograr obtener una mayor eficacia energética como modificando los diseños de edificios, usos de otros materiales con características térmicas apropiadas, y realizando cambios en la vegetación de los alrededores.

9. RECOMENDACIONES

Concientizar al personal sobre el uso eficiente de los equipos y sistemas de iluminación mediante capacitaciones constantes sobre ahorro de energía.

Evaluar la viabilidad financiera entre las opciones de instalación de uso de tragaluz y led en sistemas de iluminación. Considerando que en el último caso la inversión se recupera en menor tiempo, sin embargo la primera representa la ventaja de uso de energía renovable.

Usar monitores de LCD en sustitución de equipos de RCT que presentan un mayor consumo de energía y disipan mayor cantidad de calor, los que repercute en el incremento de temperatura en las aulas y por lo consiguiente mayor consumo de energía por parte de los aires acondicionados.

Implementar diseño de aulas bioclimáticas en futuras construcciones de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.

Tomar en cuenta la eficiencia energética integral, como el cambio de artefactos hidrosanitarios, ahorradores de agua, para regular el consumo del vital líquido.

Mejorar la vegetación de tal forma que impacte en la reducción de temperatura de los edificios que conlleva al mejor funcionamiento de los aires acondicionados.

10. GLOSARIO

- **Abrasión:** *Acción mecánica de rozamiento y desgaste que provoca la erosión de un material o tejido.*
- **Aislamiento Térmico:** *Aislamiento térmico es la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor por conducción. Se evalúa por la resistencia térmica que tienen. La medida de la resistencia térmica o, lo que es lo mismo, de la capacidad de aislar térmicamente*
- **Arquitectura Bioclimática**
La arquitectura bioclimática consiste en el diseño de edificios teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para, intentando reducir los consumos de energía.
- **Atrio:** *Espacio abierto y porticado que hay en el interior de algunos edificios*
- **Biomasa natural:** *es la que se produce en la naturaleza sin la intervención humana.*
- **Biomasa residual:** *es la que genera cualquier actividad humana, principalmente en los procesos agrícolas, ganaderos y los del propio hombre, tal como, basuras domésticas [residuos sólidos urbanos (R.S.U.)] y aguas residuales.*

- **Biomasa producida:** es la cultivada con el propósito de obtener biomasa transformable en combustible, en vez de producir alimentos, como la caña de azúcar en Brasil, orientada a la producción de etanol para carburante.
- **Calentamiento Global:** es un término utilizado para referirse al fenómeno del aumento de la temperatura media global, de la atmósfera terrestre y de los océanos,
- Cambio climático
- **Carbón:** es una roca sedimentaria de color negro, muy rica en carbono, utilizada como combustible fósil. La mayor parte del carbón se formó durante el período Carbonífero (hace 359 a 299 millones de años). No es un recurso renovable.
- **CO₂:** es un gas incoloro, denso y poco reactivo, que forma parte de la capa de la atmósfera más cercana a la tierra. Tiene un gran impacto en el llamado efecto invernadero y su concentración ha aumentado en los últimos 160 años.
- **Difusores:** Los difusores variables son válvulas que cambian su sección de paso cuando se modifican las propiedades del fluido que las cruza. Los carburadores son las máquinas que los utilizan con mayor frecuencia aunque sirven también en otros mezcladores.
- **Eficiencia Energética:** es una práctica empleada durante el consumo de energía que tiene como objeto procurar disminuir el uso de energía pero con el mismo resultado final.
- **Energía:**(del griego ἐνέργεια/energeia, actividad, operación; ἐνεργός/energós = fuerza de acción o fuerza trabajando) tiene diversas acepciones y definiciones, relacionadas con la idea de una capacidad para obrar, transformar o poner en movimiento.
- **Energía geotérmica:** es aquella energía que puede obtenerse mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra.
- **Energía hidráulica:** Es aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinéticas y potenciales de la corriente del agua, saltos de agua o mareas.
- **Energía renovables:** Es la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.
- **Energía Térmica:** es la parte de energía interna de un sistema termodinámico en equilibrio que es proporcional a su temperatura absoluta y se transfiere en forma de calor en procesos termodinámicos.
- Energías no renovables
- **FP:** Se define factor de potencia, f.d.p., de un circuito de corriente alterna, como la

relación entre la potencia activa, P , y la potencia aparente, S .¹ Da una medida de la capacidad de una carga de absorber potencia activa. Por esta razón, $f.d.p=1$ en cargas puramente resistivas y en elementos inductivos y capacitivos ideales sin resistencia $f.d.p = 0$.

- **Gas natural:** es una de las varias e importantes fuentes de energía no renovables formada por una mezcla de gases ligeros que se encuentra en yacimientos de petróleo, disuelto o asociado con el petróleo (acumulación de plancton marino) o en depósitos de carbón.
- **Iluminancia:** es la cantidad de flujo luminoso que emite una superficie por unidad de área
- **Inercia Térmica:** Inercia térmica es la propiedad que indica la cantidad de calor que puede conservar un cuerpo y la velocidad con que la cede o absorbe. Depende de la masa, del calor específico de sus materiales y del coeficiente de éstos
- **KVAR:** Kilo Var
- **Lux:** es la unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para la iluminancia o nivel de iluminación.
- **MDL:** Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) es un acuerdo suscrito en el Protocolo de Kioto establecido en su artículo 12, que permite a los gobiernos de los países industrializados (también llamados países desarrollados o países del Anexo 1 del Protocolo de Kioto) y a las empresas (personas naturales o jurídicas, entidades públicas o privadas) suscribir acuerdos para cumplir con metas de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) en el primer periodo de compromiso comprendido entre los años 2008 - 2012, invirtiendo en proyectos de reducción de emisiones en países en vías de desarrollo (también denominados países no incluidos en el Anexo 1 del Protocolo de Kioto) como una alternativa para adquirir reducciones certificadas de emisiones (RCE) a menores costos que en sus mercados.
- **Parasol:** Un parasol es un accesorio en forma de tubo o embudo que se acopla en un objetivo para protegerlo de la luz lateral que podría crear refracciones en la fotografía.
- **Protocolo de KYOTO:** es un protocolo de la CMNUCC Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global
- **Punta:** suministro con medición horaria 18:00 a 22:59 horas
- **Resto:** suministro con medición horaria 05:00 a 17:59 horas

- **Trasdosado:** Placas delgadas fijadas a muros rígidos y gruesos para mejorar las prestaciones (aislamiento térmico y acústico).
- **UPME:** Comisión Nacional de Energía en la Unidad de Planeación Minero Energética
- **Valle:** suministro con medición horaria 23:00 a 04:59 horas.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Eficiencia energética CNE

http://www.cne.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=160:integran-esfuerzos-para-promover-la-eficiencia-energetica-en-la-industria&catid=29:noticia-empresa&Itemid=57

http://www.cne.gob.sv/index.php?option=com_weblinks&view=category&id=127%3Aeficiencia-energetica&Itemid=204

2. Eficiencia energética en El Salvador

http://www.eclac.cl/dрни/noticias/noticias/8/37118/Luis_Reyes.pdf

3. Oportunidad de ahorro de energía sector hospitalario.

http://www.cne.gob.sv/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=268:eficiencia-energetica-en-hospitales&id=36:eficiencia-energetica-en-hospitales&Itemid=63

4. Programa País de Eficiencia Energética

<http://www.oas.org/dsd/reia/Documents/reep/Chile-PerspectivasREEEP.pdf>

5. Balance energético 2009 y perspectivas 2010. Eficiencia energética y energías renovables

<http://www.idae.es/boletines/boletin50/#4>

6. Pliegos Tarifarios de la SIGET

<http://www.siget.gob.sv/index.php/temas/tema-n/documentos/tarifas>

7. Sistemas de tragaluz

<http://www.espaciosolar.net/downloads/1DEPLOSUN%20LIGHT%20PIPES/GENERAL%20DATASHEET/FAQ.pdf>

8. Eficiencia energética en equipos ofimáticos

http://www.eu-energystar.org/es/es_023.shtml

9. Iluminación LED

<http://www.viribright.com.mx/Images/MX/Spanish-CATALOGO%20Viribright.pdf>

10. tragaluz

http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=0|0_1_0_1|0|QLT020|qlt_020: 0 0 1 0 30 0 0 0 0 2 1 0 0 0

11. Distribuidora de tragaluz

<http://www.teclusol.com/>

12. Rehabilitación energética de edificios y viviendas

<http://www.renovablesverdes.com/rehabilitacion-energetica-de-edificios-y-viviendas/>

13. Modelos de solatube

<http://international.solatube.com/es/commercial/solamaster#models>

14. Viviendas bioclimáticas

http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2003/03/18/140046.php

15. Precios de tragaluz

<http://www.solatube.com.mx/precios.html>

16. Botella solar

<http://www.labioguia.com/como-crear-una-botella-solar>

17. Reduzca gastos de electricidad utilizando láminas translúcidas

<http://www.quiminet.com/articulos/reduzca-gastos-de-electricidad-utilizando-laminas-translucidas-2856205.htm>

18. Ministerio De Educación. Departamento De Infraestructura Educativa

Normativa Para La Infraestructura De Las Instituciones De Educación Superior, San Salvador, 26 De Enero De 1998

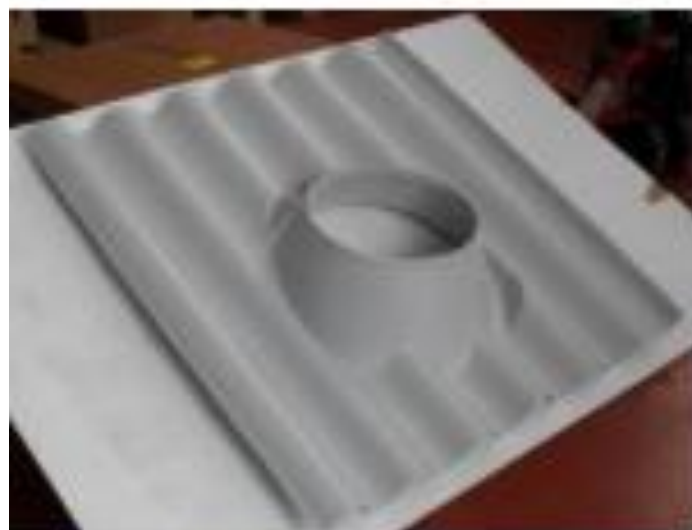
12. ANEXOS



Figura 82. Comparativo de luz natural y artificial



Figura 83. Oficina con dos sistemas de iluminación.



Base Cubierta Uralita

Figura 84. Oficina usando luz natural y artificial

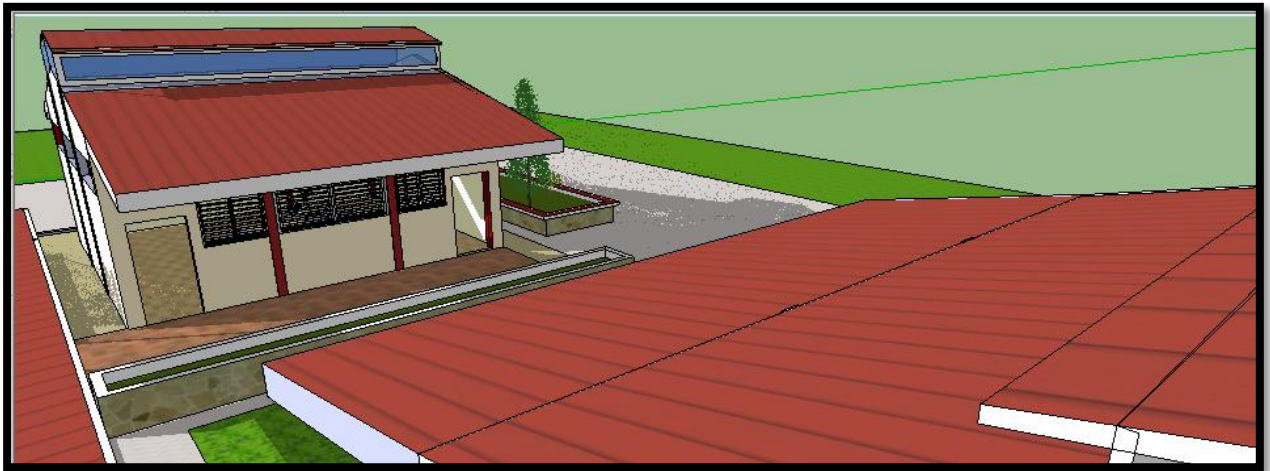


Prismático Techo Registrable

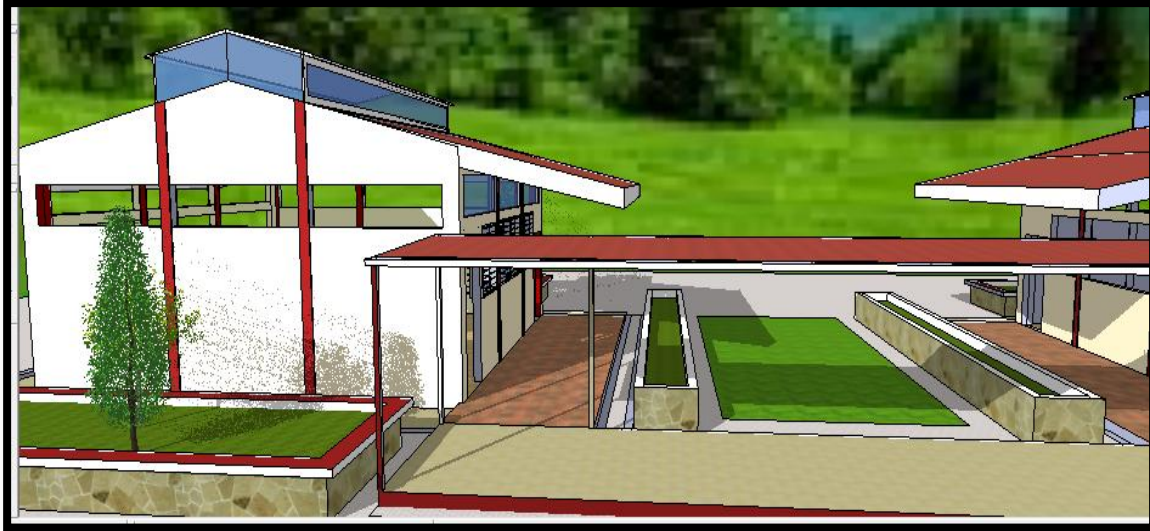
Figura 85. Oficina usando luz natural y artificial

AULAS PROYECTADAS EN SKETCHUP









Escuela Especializada en Ingeniería ITCA - FEPADE

VISIÓN

Ser una institución educativa líder en educación tecnológica a nivel nacional y regional, comprometida con la calidad, la empresarialidad y la pertinencia de nuestra oferta educativa.

MISIÓN

Formar profesionales integrales y competentes en áreas tecnológicas que tengan demanda y oportunidad en el mercado local, regional y mundial tanto como trabajadores y empresarios.

VALORES

- **Excelencia**
- **Espiritualidad**
- **Comunicación**
- **Integridad**
- **Cooperación**

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

República de El Salvador en la América Central

FORMANDO PROFESIONALES PARA EL FUTURO



Nuestro método "APRENDER HACIENDO" es la diferencia
www.itca.edu.sv