



UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

USO EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA

Trabajo Escrito

Que para obtener el DIPLOMA en la
ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO SUSTENTABLE

Presenta

JAVIER ESQUER PERALTA

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

CONTENIDO

<u>Sección</u>	<u>Página</u>
INTRODUCCION	01
<ul style="list-style-type: none"> • Justificación • Objetivo General • Objetivos Específicos 	
PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DEL MODELO CÉLULA SUSTENTABLE ADAPTADO PARA LA UNIVERSIDAD DE SONORA [Dimensión Estratégica del Programa]	03
FASES DE DESARROLLO DEL PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA [Dimensión Operativa del Programa]	07
RESUMEN DE RESULTADOS	16
OBSTÁCULOS DURANTE EL PROYECTO	22
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23
ANEXOS	24
<ul style="list-style-type: none"> I. Resultados de concientización y auditorías en la Unidad Centro II. Energía Eléctrica en la Universidad de Sonora III. Formatos IV. Cálculos de Cargas Térmicas V. Inventario del Edificio 5M 	
FUENTES DE INFORMACION	55

INDICE DE TABLAS

No.	Descripción	Página
1.-	Tabla comparativa de aislantes	08
2.-	Características físicas de los aislantes	08
3.-	Propiedades solares	11
4.-	Características de la vegetación propuesta	15
5.-	Resultados del diagnóstico energético	16
6a.-	Comparación de temperaturas respecto a aislantes entre salón prototipo y el 5M-205	18
6b.-	Comparación de temperaturas respecto polarizado entre salón prototipo y el 5M-205	18
7.-	Inventario del Edificio 5M	54

INDICE DE FIGURAS

No.	Descripción	Página
1.-	Implementación del programa de uso sustentable de la energía eléctrica	03
2.-	Espectro de ondas electromagnéticas	11
3.-	Croquis de la vegetación existente en el Depto. del I.	20
4.-	Formato de Reporte de Difusión	30
5.-	Formato de Reporte de Auditoría	31
6a.-	Calculation Form, sección 1 y 4; del utilizado por Termo-Control del Noroeste S.A. De C.V.	32
6b.-	Calculation Form, sección 2; del utilizado por Termo-Control del Noroeste S.A. De C.V.	33
6c.-	Calculation Form, sección 3; del utilizado por Termo-Control del Noroeste S.A. De C.V.	34

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

No.	Descripción	Página
1.-	Mensaje ulusivo al ahorro de energía	16
2.-	Impermeabilización en la Célula Sustentable	17
3.-	Pistón en la puerta del 5M-206	18
4.-	Sello de Poliuretano	19

INDICE DE GRÁFICAS

No.	Descripción	Página
1a.-	Consumo de Energía Eléctrica en el Edificio 5 M del Departamento de I. I. Sem. 99-1.	21
1b.-	Consumo de Energía Eléctrica en el Edificio 5 M del Departamento de I. I. Sem. 99-2.	21
2.-	Número de lámparas encendidas en salones sin alumnos	24
3.-	Número de lámparas encendidas en pasillos	25
4.-	Número de lámparas encendidas en el resto del edificio	25
5.-	Número de aulas sin alumnos con luces encendidas	26
6.-	Número de aulas sin alumnos con aires encendidos	27
7.-	Número de aires encendidos con puertas abiertas	27
8.-	Consumo mensual en los años de 1994, 1995, 1996, 1997, 1998 y 1999	28

INTRODUCCIÓN

En la historia contemporánea de la sociedad, los recursos energéticos han venido cobrando cada vez mayor importancia. En particular el petróleo, el cual es un elemento que por su gran importancia en el desarrollo económico¹, es capaz de desequilibrar al mundo cada vez que suceda algo entorno a él, como sucedió en la década de los setentas² y como está sucediendo actualmente³. A partir del principio del siglo XX el petróleo ha venido aumentando notablemente su participación como energía primaria, hasta convertirse en el principal energético a partir de la segunda mitad del siglo XX⁴.

A finales de los años sesentas los países se empezaron a cuestionar sobre si el desarrollo que se había venido dando hasta entonces era el correcto, pues, a medida que el crecimiento económico se aceleraba, el medio ambiente se iba deteriorando cada vez más y los índices de pobreza se incrementaban, esto motivó a la realización de la primera Conferencia Internacional sobre el Medio Ambiente en Estocolmo, Suecia, en 1972, donde se discutía cómo el impacto en el ambiente era más significativo con el crecimiento económico y el avance de la industrialización, esto debido al uso desmedido de los recursos naturales para la creación de productos y generación de distintas formas de energía. De ahí la necesidad de buscar romper con el paradigma tradicional de dicho crecimiento, dando como resultado lo que hoy se conoce como Desarrollo Sustentable, que es "aquel desarrollo en el que las necesidades de la presente generación son satisfechas sin poner en riesgo la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones"⁵.

Las instituciones de educación superior juegan un rol muy importante en el desempeño ambiental ya que en ellas se desarrollan actividades muy diversas, de tal manera que se le pudiera considerar como un "microcosmos de la sociedad"⁶ puesto que las actitudes, los programas implementados y las decisiones que se tomen en ellas son un reflejo de la forma en que la sociedad se desenvuelve; por ejemplo, el diseño de sus edificios, la utilización del agua y la energía eléctrica, los patrones consumo de alimentos en las cafeterías y puestos de comida, la variedad de laboratorios, y muy en especial la cultura de su gente al hacer uso de dichas instalaciones. De ahí se desprenden una amplia gama de consecuencias que repercuten tanto al ambiente como a la sociedad, es decir, contaminación, generación de basura, desperdicio de recursos, particularmente de agua, energía eléctrica, papel y plástico, entre otros.

La tendencia actual, como sucede en muchos países, es que las universidades sean sustentables, es decir, que incorporen sistemáticamente lo concerniente al medio ambiente en cualquier actividad que se realice y cualquier decisión que se tome⁷.

¹ Dr R. Lukman, (Tokyo, Japan. March 1999). *The Global Impact of the Oil Price Decline* to the 2nd Seminar on Energy Security Linkage between Asia and the Middle East.

Página WEB.- http://www.opec.org/193.81.181.14/xxx1/global_impact_of_the_oil_price_d.htm

² Energy Matters, 1998. Página WEB.- <http://library.thinkquest.org/20331/history/mideast.html>

³ Art. *Suben los precios del petróleo tras la suspensión de las exportaciones iraquíes.* (22 Nov. 1999). Noticieros CNN.

Página WEB.- <http://cnnenespanol.com/econ/1999/11/22/petroleo.reut/index.html>

⁴ Dr R. Lukman, (Madrid, Spain. February 1999). *OPEC beyond the Year 2000* to the Spanish Petroleum Club.

Página WEB.- http://www.opec.org/193.81.181.14/xxx1/opec_beyond_the_year_2000.htm

⁵ Brundtland, Gro.H. (1987). *Our Common Future*.

⁶ Creighton, Sarah H. (1998). *Greening the Ivory Tower*. MIT Press.

⁷ Environmental Management for Sustainable Universities 9th Conference. (30 May-1 Jun 1999)

En el caso particular de la Universidad de Sonora, el gasto de energía eléctrica es considerable, y ha sido una preocupación que se ha ido generalizando gradualmente, de tal forma que han surgido inquietudes en diferentes ámbitos para poder hacer algo al respecto. Desde 1996 existe dentro de la universidad un modelo educativo denominado "Célula Sustentable"⁸ el cual tiene como meta mitigar los efectos ambientales generados dentro del campus durante las funciones administrativas, docencia e investigación. Una de sus principales actividades ha sido la de incrementar la eficiencia energética en el Departamento de Ingeniería Industrial involucrando a su personal administrativo, alumnos, maestros y empleados.

A partir del semestre 1997-2 el autor del presente trabajo se ha venido desempeñando, dentro de la Célula Sustentable, como asesor del proyecto encaminado al uso más eficiente de la energía eléctrica en el departamento, de tal forma que con el tiempo surge la posibilidad de aprovechar la experiencia adquirida para que los esfuerzos realizados trasciendan hacia toda la Universidad de Sonora, buscando con esto disminuir el impacto ambiental y reducir los costos, para la institución en este rubro. En este documento se presentan los resultados obtenidos durante el periodo 1996-2 hasta 1999-1, considerando tres niveles de investigación: cultural, tecnológico y complementario.

• Justificación

La Universidad de Sonora es un fuerte consumidor de energía eléctrica, de tal manera que se encuentra situada en el cuarto lugar respecto a las industrias, entre las que están Cementos Portland, Cementos del Yaqui y Ford⁹; aunado a este hecho existe la inquietud generalizada entre las autoridades y miembros del grupo de desarrollo sustentable de que buena parte de ella es utilizada de manera inadecuada, siendo ésta la premisa del cual parte esta investigación.

Debido al impacto positivo que ha tenido el modelo Célula Sustentable sobre el uso eficiente de la energía eléctrica dentro del Departamento de Ingeniería Industrial, las autoridades de la Universidad de Sonora, especialmente Vice-rectoría, han considerado necesario que las actividades que se han venido llevando a cabo en el departamento trasciendan a todo el campus, siendo el nivel de culturización el que se desarrolló a escala institucional, y los niveles tecnológico y complementario sólo incorporados en el departamento.

• Objetivo General

Elaborar un programa que permita el uso más eficiente de la energía eléctrica en la Universidad de Sonora, a través de la experiencia adquirida en modelo "Célula Sustentable".

Página WEB.- <http://www.lu.se/green-campus/emsu99/index.html>

⁸ Velázquez L. E., Munguía V. N. y Romo S. M. (1999). Artículo "Education for Sustainable Development (The Engineer of the 21st Century)". European Journal of Engineering Education. Vol. 24, No. 4.

⁹ Entrevista directa con Ing. Leobardo Ibarra Hoyos, Responsable del Departamento de Medición y Servicios de Comisión Federal de Electricidad, Hermosillo. (Febrero del 2000)

• **Objetivos Específicos**

- I. Implementar escalas de evaluación a tres niveles: Cultural, Tecnológico y Complementario.
- II. Hacer un diagnóstico sobre la forma en que se utiliza la energía eléctrica.
- III. Diseñar un programa para el uso eficiente de energía eléctrica en la Universidad de Sonora, Unidad Centro.
- IV. Desarrollar índices para evaluar el programa de uso eficiente de energía eléctrica.
- V. Implementar el programa para uso eficiente de energía eléctrica en la Unidad Centro.
- VI. Fortalecer el programa departamental de uso eficiente de energía eléctrica.

PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DEL MODELO CÉLULA SUSTENTABLE ADAPTADO PARA LA UNIVERSIDAD DE SONORA.

[Dimensión Estratégica del Programa]

En el modelo Célula Sustentable se han venido manejando tres niveles de estudio, cultural, tecnológico y complementario. En la adaptación propuesta de la Célula Sustentable para la Universidad los niveles tecnológico y complementario se siguen desarrollando en el espacio físico del Departamento de Ingeniería Industrial y se considera que cualquier resultado obtenido en él es repetible en cualquier edificio de la universidad. No así el nivel cultural influido por los valores, la formación y la ética en el comportamiento de los individuos que conforman las diferentes instancias académicas, es decir, un ingeniero industrial percibe y se comporta de diferente manera a un licenciado en economía, a uno en sociología o a uno en derecho.

En la figura 1 se observan los tres niveles de estudio, el tiempo de aplicación, así como el espacio donde cada nivel ha sido aplicado.

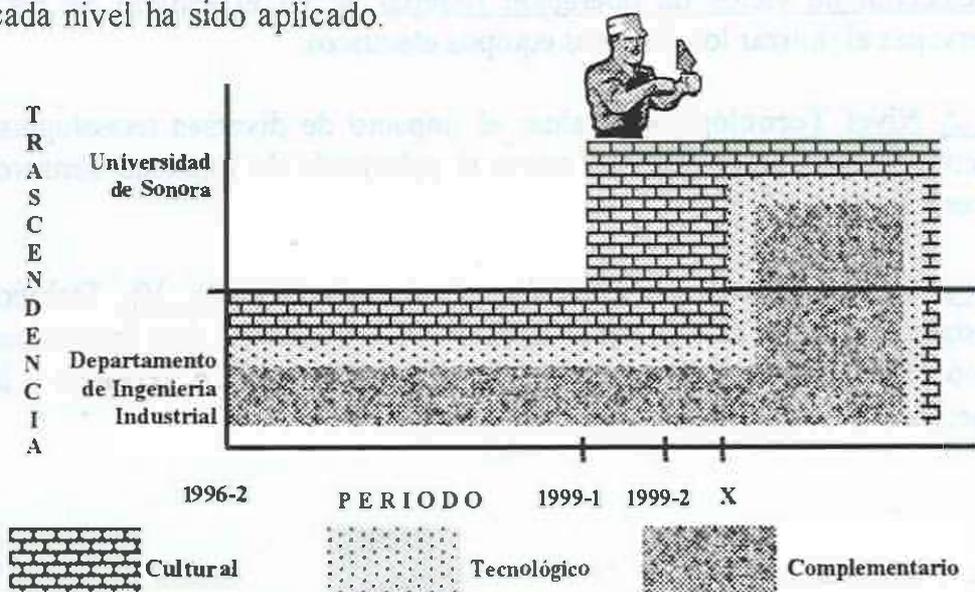


Figura 1.- Implementación del programa de uso sustentable de la energía eléctrica

- Evaluación de la capacidad de refrigeración instalada (Anexo IV): En el edificio 5M se determinó la eficiencia energética mediante el cálculo de cargas térmicas; obteniendo la capacidad del tonelaje que utiliza y cual sería la recomendada.

II.1.3 A Nivel Complementario: Involucran todas aquellas alternativas que no son consideradas en los dos anteriores pero que coadyuvan a lograr el objetivo; por ejemplo, el uso de vegetación y el mantenimiento.

- Vegetación (ver Resumen de Resultados): Es el estudio de la vegetación existente alrededor del edificio 5M del Departamento de Ingeniería Industrial y su impacto potencial en el ahorro de energía.
- Mantenimiento (ver Resumen de Resultados): Documentación sobre el tipo de mantenimiento que reciben los aires acondicionados, luces, las aulas, etc.
- Medición de la energía eléctrica (ver Resumen de Resultados): Este punto se desarrolló mediante una comparación entre lo que consume la Universidad de Sonora (ver Anexo II) y lo que consume el edificio 5M; la primera información se obtuvo de los recibos que la CFE le cobra a la institución, para la obtención de la segunda información se realizó una inferencia considerando el gasto energético del edificio en cuestión.

III. Indicadores.

Indicadores son instrumentos estadísticos claves que proveen importante información acerca de la condición actual del proyecto. Estos indicadores harán posible avanzar hacia un uso sustentable de la energía eléctrica. En el proyecto se utilizan indicadores tanto cuantitativos como cualitativos para los tres niveles de estudio. Por ejemplo, número de aulas con luces encendidas sin alumnos, kilowatts/hora, etcétera.

IV. Concientización.

La concientización contempla la transmisión a la comunidad universitaria y extrauniversitaria los conocimientos necesarios sobre la producción de la energía, el impacto sobre la economía y el medio ambiente, así como, mensajes con el fin de exhortar y hacer participe a darle un uso más óptimo a la energía eléctrica. Para esto se realiza lo siguiente:

- Estructuración de mensajes que inviten a la comunidad a continuar con el compromiso de ahorrar energía en las diferentes actividades académicas, por medio de carteles, cartulinas, volantes, mantas, placas, mantas, calcomanías etc.
- Al inicio de cada semestre se llevan a cabo visitas a cierto número de salones para informar acerca de los objetivos del proyecto e invitar a cooperar tanto a los maestros como a los alumnos.
- Publicar en periódicos murales información relativa a los avances del proyecto con el fin de retroalimentar a la comunidad de Ingeniería Industrial y universitaria.

V. Auditorías.

Una auditoría es una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva que estima la eficacia, efectividad y fiabilidad del sistema en cuestión, en base a hechos concretos¹¹. En otras palabras, las auditorías sirven para registrar los hábitos de quienes integran la comunidad universitaria, y de esta manera ver cuál es la actitud que adoptan frente a la campaña de concientización. La auditoría se desarrolla semanalmente en los edificios donde se lleva campaña.

VI. Análisis.

En esta etapa se organiza, clasifica y examina la información recolectada y se toman las decisiones convenientes. El uso de indicadores y herramientas gráficas son fundamentales para tomar la decisión correcta y oportuna.

VII. Salón Prototipo.

Debido a la importancia de contar con al menos un lugar donde se puedan llevar a cabo pruebas de la utilización del recurso energético, se decidió establecer un área dentro del Departamento de Ingeniería Industrial, siendo el aula 5M-206 la elegida. Ésta se encuentra ubicada en el ala Oeste de la planta alta del edificio 5M, tiene las siguientes dimensiones 3.00 mts. de alto por 6.40 mts. de ancho por 7.86 mts. de largo. Como prueba piloto, el diseño de un salón prototipo es bueno por las siguientes razones:

- Primeramente, dado que no existen los recursos suficientes para la implementación de tecnología energéticamente eficiente en todas las instalaciones del campus, entonces es necesario hacer una especie de laboratorio donde se reflejen los resultados, considerando las ventajas de las tecnologías propuestas.
- Una vez evaluadas los resultados en el salón prototipo, este puede llegar a ser un modelo a seguir tanto a nivel departamental como universitario.
- Otra ventaja es que es más fácil evaluar y llevar a cabo los ajustes necesarios en caso de existir motivos para hacerlos.

VIII. Instalación de medidor.

En un diagnóstico energético¹², la medición es un concepto que permite dar seguimiento al flujo y distribución de la energía en su proceso de transformación y establecer un balance en cada etapa; esto mediante la instrumentación adecuada, experiencia, buen criterio, un programa y planeación adecuados.

Esta etapa consiste en visualizar y analizar mediante un medidor digital, el consumo de energía del edificio 5M. La toma de lectura se lleva a cabo semanalmente. La información que se recaude se analiza mediante el uso de gráficas, esto con el fin de interpretar los posibles picos que se pueden presentar y las causas que los origina.

¹¹ Creighton, Sarah H. (1998). *Greening the Ivory Tower*. MIT Press, Chapter 2.

¹² Folleto: *La Medición en el Diagnóstico Energético*. Fidecomiso de Apoyo al Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico -FIDE-.

FASES DE DESARROLLO DEL PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA.

[Dimensión Operativa del Programa]

El presente apartado presenta la propuesta del Programa para el uso eficiente de la energía eléctrica en el campus:

Fase I → A Nivel Cultural

Concientizar a las personas del costo y el daño que produce el generar energía es de vital importancia antes de tomar cualquier acción tecnológica, los medios a utilizar se enlistan a continuación:

I.1. PLACAS: Colocar placas en los apagadores con mensajes referentes al ahorro de energía es una buena estrategia para lograr concientizar a las personas.

I.2. MANTAS. Esta manera de hacer conciencia es muy fácil de lograr por que nada más es necesario una manta con un mensaje en un lugar visible para que recuerde a todos la importancia de ahorrar energía.

I.3. PERIODICO MURAL: Mantener informada a la gente de las nuevas tecnologías y costos que genera el producir energía además de diferentes consejos para el ahorro resulta muy benéfico además de ser una manera económica y fácil. Esta información debe ser colocada en los periódicos murales.

I.4. LETREROS: Los letreros son otra forma de recordatorio para que no se deje de pensar en el ahorro de energía. Estos se realizan en forma de pósters y deben de ser pegados lo más en lugares visibles.

I.5. PLATICAS: Esta forma es la más directa de hacerle conciencia a la gente en el ahorro de energía, sin embargo no es muy usual.

I.6. RECONOCIMIENTOS: Esto ayuda a que las personas se sientan motivadas ha ahorrar energía esto se debe realizar con todo aquel que demuestre su ahorro de energía.

I.7. VIGILANCIA: Realizar rondas para cerciorarse de que hay un uso eficiente de energía es muy redituable porque en caso de que se encuentre algún desperdicio basta con arreglarlo inmediatamente.

Fase II → A Nivel Tecnológico

II.1. TIMERS: Esta novedosa tecnología es muy utilizada por los llamados edificios inteligentes: consiste en instalar relojes en los centros de carga para controlar la entrada de la energía eléctrica.

Los timers se programan con la hora que se desea que empiece a entrar la energía al edificio, y la hora en que deje de entrar evitando que quede algún aparato encendido innecesariamente. Cada timer lleva una caja de control con una serie de dispositivos dependiendo de la carga que van a controlar.

II.2. PISTONES Y RESORTES : La utilización de estos dispositivos es de mucha ayuda para no permitir que la puerta permanezca abierta evitando la entrada de calor lo que provoca que los aires trabajen más. En verano la finalidad de esta propuesta es mantener las puertas cerradas el mayor tiempo posible para aprovechar al máximo la función de las refrigeraciones y reducir el consumo de la energía eléctrica. En el invierno sería la de no permitir que se disperse el calor que se encuentra dentro del salón. La instalación de los pistones o resortes será de gran ayuda mientras la comunidad se concientice de cerrar las puertas.

II.3. AISLANTE TERMICO: Sirve para reducir el impacto del calor exterior en las aulas u oficinas donde se esté trabajando.

Espesor y tipo de material :

Es un polímero obtenido por polimerización de moléculas en las cuales esta presente el grupo funcional de uretano. Se usa para fabricar espuma flexible y rígida, sedas, resinas, recubrimientos, etc. también se usan en la industria de pinturas y barnices. Existen diferentes tipos de aislantes por lo que es necesario analizar sus características tanto físicas como químicas, las cuales se presentan a continuación:

AISLANTES	FACTOR "K"	VALOR "R"
TERMOCEL	0.03	32.2
POLIURETANO	0.12	8.33
FIBRA DE VIDRIO	0.22	4.54
POLIESTIRENO	0.24	4.16
CORCHO	0.27	3.70
LAMINA MINERAL	0.30	3.33
ESPUMA DE VIDRIO	0.38	2.63
VERMICULITA	0.48	2.08

FACTOR "K": Factor de transmisión térmica VALOR "R" : Factor de resistencia

Tabla 1. Tabla comparativa de aislantes

CARACTERISTICAS	TERMOCEL	POLIURETANO	FRIGOLITH
CONTAMINANTE	NO	SI	NO
AISLANTE TERMICO	SI	SI	SI
FLAMABLE	NO	SI	SI
INSOLVENTE	SI	NO	NO
SOPORTA ACIDOS	SI	NO	NO
INTERPERIE	SI	NO	NO
ACABDOS FINALES	SI	NO	NO
IMPERMEABLE	NO	NO	NO
ADHERENCIA A TODAS SUPERFICIES	SI	SI	NO
RETARDADOR DE FUEGO	SI	NO	NO
NECESIDAD DE CUBIERTA	NO	SI	SI
MEXCLA DIRECTA CON LA PINTURA	SI	NO	NO
REFLECTIVO	SI	NO	NO
RESISTENCIA A LOS RAYOS UV.	SI	NO	NO
RECICLABLE	SI	NO	NO

Tabla 2. Características físicas de los aislantes

II.4. POLARIZADO REFLEXIVO

Las ventanas son causas de pérdida de energía. De acuerdo a recientes estudios realizados por el Departamento de Urbanización de Estados Unidos, las ventanas y puertas en conjunto suman un 70% de la entrada de calor y 46% de la entrada de frío. Las ventanas podrían ser la causa principal de pérdida de energía.

Estos estudios también demostraron que se pierde el triple de energía a través de las ventanas en comparación con la que se pierde a través de las hendiduras de las puertas y marcos, aun si se tapan toda las hendiduras, siguen existiendo dos formas de perder energía:

1.- Conducción, o transmisión directa de calor a través de los vidrios. El calor viaja de lugares calientes a lugares fríos, por lo tanto si se trata de mantener el cuarto caliente, el aire esta viajando a través de la ventana hacia la parte fría, o si se está tratando de enfriar el cuarto, el aire caliente esta entrando a través de las ventanas.

2.- Radiación es el movimiento de energía a través del espacio. Las ventanas guardan la energía y la irradian hacia fuera o hacia adentro o de acuerdo a lo mas apropiado.

Las cortinas bloquean la luz solar, pero absorben el calor y lo irradian hacia el cuarto. Este calor radiando puede ser hasta 15 veces mayor que el aire caliente conducido afuera. El vidrio natural o insolado permite que todo el calor radiado del sol pase. El vidrio entintado o de color absorbe parte de calor y lo reradía hacia fuera. Pero cuando afuera se encuentra demasiado caliente y no hay aire que permita sacar ese calor radiado, la protección se disminuye de sobremanera.

La mayoría de este movimiento de radiación solar puede ser prevenido utilizando films solares, los films solares o films reflectivos pueden literalmente eliminar el 80% de calor transmitido por el sol a través de las ventanas.

También reducen la pérdida de energía a través de las ventanas facilitando el trabajo del aire acondicionado. Originalmente desarrollado para el programa espacial de la National Aeronautics and Space Administration (NASA), ahora modificado para ser utilizado en residencias, los films solares son transparentes, reflectivos, de polyester de varias densidades los cuales se adhieren al vidrio.

Estos films modernos mantendrán la casa caliente en invierno y fría en el verano, mantendrá la privacidad ya que esta actúa como espejo cuando se mira desde afuera. También protege del maltrato a los muebles, alfombras, telas. El film protege el vidrio de despedazarse lo que da seguridad en caso de un accidente. La aplicación del film puede causar que el vidrio se quiebre. El vidrio se rompe cuando tiene algún tipo de estrés. Hay 5 tipos de estrés que pueden causar su rompimiento y son:

- 1.- Estrés térmico el cual ocurre por absorción de radiación solar
- 2.- Estrés de tensión el cual ocurre por el peso del mismo vidrio
- 3.- Estrés de flexibilidad mecánica el cual ocurre por el movimiento del viento
- 4.- Estrés de impacto el cual ocurre por objetos que se arrojan al vidrio
- 5.- Estrés de torcido el cual ocurre por la construcción de la ventana

Otro 19% es absorbida por la atmósfera. Esto deja solo que 1/400 millones de la energía del sol penetra a la tierra.

La radiación solar es una forma de radiación electromagnética. Todas las formas de energía se expresan en longitud de onda, el cual es la medida de longitud de un ciclo completo en cumplir una curva electromagnética. El espectro electromagnético de energía solar que penetra en la tierra es separada en tres bandas de longitud de onda: la ultravioleta, la visible y la infrarroja cerca. La banda ultravioleta (UV) es la parte principal responsable del descoloramiento de alfombras, ropa, pintura, muebles. La banda UV es la parte que oscurece la piel y puede causar ciertos problemas médicos cuando se expone demasiado. Esta banda es el 3% del espectro solar.

La banda visible es la única parte del espectro solar que es observable por el ser humano. La luz solar es más fuerte en la banda visible y dentro de esta banda el color más visible es el verde; 44% de la energía solar es visible. La banda infrarroja cerca es la banda que genera calor. No la podemos ver, pero nos damos cuenta de que existe por su calor; 53% de la energía del sol es infrarroja. La banda infrarroja lejana se encuentra más allá de la región de la banda infrarroja cerca. Como no existe energía solar dentro de esta banda, ésta es muy importante para conocer la pérdida de calor, la cual se discutirá más tarde.

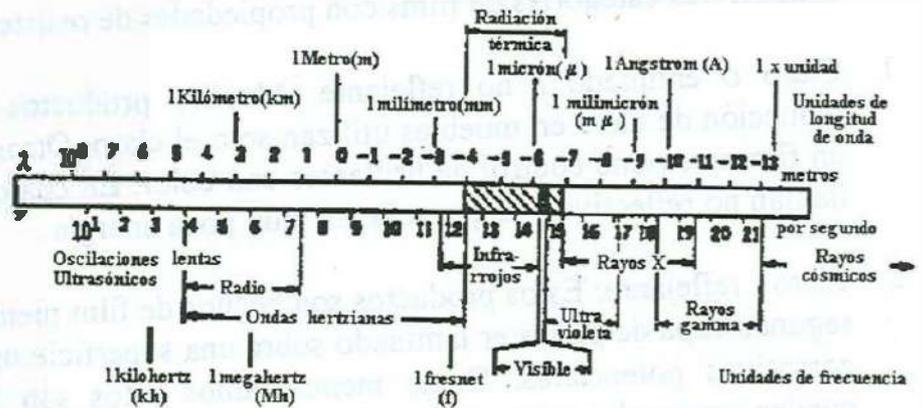


Figura 2. Espectro de ondas electromagnéticas

Comparación de propiedades solares:

Si comparamos las propiedades en un vidrio de 1/8 de pulgada, contra un vidrio entintado de visibilidad mediana 35%, contra un vidrio con film metalizado, tenemos los siguientes resultados:

PROPIEDAD SOLAR	1/8 DE VIDRIO	ENTINTADO	FILM METALICO
Reflejar energía solar	8%	7%	43%
Transmisión solar	87%	55%	22%
Absorción solar	5%	38%	35%
Totales	100%	100%	100%

Tabla 3. Propiedades solares

Por lo tanto:

1. Ni el vidrio ni el entintado reflejaron tanta energía solar como lo reflejo el metalizado.
2. El vidrio solo transmite casi toda la energía solar, el entintado transmite poco en forma de ultravioleta, visible y casi toda la infrarroja, mientras que el metalizado transmite algo en luz visible y casi nada de infrarroja.

3. En la tercera propiedad el vidrio absorbe un poco de energía solar, mientras que el metalizado absorbe casi toda la ultravioleta y algo de visible e infrarroja, el entintado absorbe casi toda la ultravioleta, mucho de la visible y casi nada de infrarroja.

Podemos concluir que: Para controlar energía solar que no sea visible debemos utilizar un film reflectivo (metalizado); Cuando hablamos de film reflectivo estamos hablando de aquel que es reflectivo en la banda infrarroja; Nuevos productos metalizados han permitido crear material menos brillante y con las mismas propiedades de los brillantes.

Estructura del film:

Existen tres categorías de films con propiedades de resistencia a ralladuras en forma estándar:

1. Claro o entintado / no reflejante: Muchos productos por seguridad, precaución y por reducción de daño en muebles utilizan solo el claro. Otros donde se desea privacidad utilizan un film que tiene control de brillantes con color. En cualquiera de estos casos, estos films se llaman no reflectivos ya que reflejan muy poca energía.
2. Claro/ reflejante: Estos productos son hechos de film metalizado con poliéster claro, con una segunda capa de poliéster laminado sobre una superficie metalizada para proteger el metal de corrosivos potenciales. Como mencionamos estos son llamados reflejantes claros, estos pueden tener color (plata, bronce, gris) pues el metal es tan delgado que es transparente.
3. Oscuro/ reflejante: Aquí el film laminado protector sobre la superficie metálica es de color oscuro, lo que da lugar a una reflexión de color a ese lado del producto. Para aquellos que desean ver la reflexión por los dos lados, otra capa de color oscuro puede ser agregada al lado del film con capa metalizada.

Adhesivos del film:

Hay dos tipos de adhesivos comúnmente utilizados en la industria del film.

- » Sensitivo a presión.- El cual trabaja pegando físicamente material a la superficie del vidrio porque utiliza material suave y pegajoso.
- » Activación por agua.- Este tipo es duro y no es pegajoso y se une al vidrio cuando es activado por una solución con agua.

Los adhesivos activados en agua no deben de confundirse con los adhesivos Detackified PS, en donde un polímero muy delgado es aplicado sobre una superficie para hacer que el film esté libre de tack para un manejo más fácil. La capa del polímero se disuelve por medio de la solución y es lavado y sacado del film para que sea expuesto la capa de adhesivo PPS, el cual se puede unir al vidrio.

La vida útil de un film depende del tipo de film, tipo de vidrio, construcción de la ventana, orientación del vidrio y en qué parte del mundo esta localizado. Hay casos documentados de casos de film que han durado de 12 a 22 años. Esto no debería tomarse como casos normales.

Todos los films de calidad para residencias, comerciales, están garantizados por manufactureros de film por un mínimo de 5 años. Incluye la dirección de los manufactureros para contestar cualquier pregunta antes de la instalación o después.

Mantenimiento y aplicación del film:

Ventanas con film son fáciles de limpiar sin maltratar la apariencia si se siguen las siguientes recomendaciones:

1. Use un pedazo de tela suave limpio, papel de toalla, o esponja sintética limpia.
2. Use un pedazo de tela suave o un limpiador de plástico para limpiar la ventana.
3. Use cualquier limpiador de vidrio el cual no contenga materiales abrasivos.

La habilidad que tiene la capa protectora de ralladuras como un estándar de calidad ha permitido eliminar otras precauciones para la limpieza.

II.5. PERSIANAS O CORTINAS.

En temporada de verano, la finalidad de esta propuesta es la de no permitir que las radiaciones solares penetren directamente al área que se desea enfriar. En temporada de invierno, simplemente se abren las cortinas o persianas, para permitir el paso de la luz del sol y esta da como resultado el calentamiento del área.

II.6. PINTURA

Utilizar colores claros en interiores y exteriores de la habitación ayuda a ahorrar energía: en el interior los colores claros reflejan la luz generada por las lámparas; en el exterior los colores claros no permiten la infiltración del calor.

Implementando esto se utiliza menos energía sin sacrificar iluminación. Esto nos lleva a reducir costos en cuanto a energía de las lámparas y que los aires acondicionados realicen un menor esfuerzo.

II.7. LÁMPARAS Y BALASTROS

Existen diferentes lámparas para generar la iluminación necesaria en los salones, las siguientes son unas de ellas, así como los balastros que estas necesitan.

Lámparas fluorescentes:

Son lámparas que consumen menos energía eléctrica y dan una luminosidad llamada luz de día. Sustituir focos incandescentes por fluorescentes genera un costo mayor que los incandescentes pero su duración es diez veces mayor originando un ahorro del 75% aproximadamente en el consumo de energía.

Balastro de alta eficiencia baja perdida:

Un balastro normal da una potencia de 150 watts que se utilizan para encender dos lámparas en un luminario y este tiene una perdida de 36 watts; en cambio un balastro de alta eficiencia baja perdida nos da una potencia de 120 watts la cual se utiliza también en dos lámparas y tiene una perdida de 17 watts.

Luminario tipo espejo:

El equipo luminario es el artefacto donde van montadas las lámparas. El luminario tipo espejo es un material de aluminio cuya ventaja es que refleja más la luz y ésta se aprovecha mejor.

Balastro normal:

Un balastro normal consume 75w de potencia y tiene una potencia de 36w disipados en forma de calor, combinado con un equipo luminario normal y dos lamparas fluorescentes con tubo de diámetro T-12. Se obtiene el siguiente consumo:

2 X 75w	potencia	150w
	perdida	36w
	consumo	186w

Balastro de ahorro:

Este tipo de balastro tiene un consumo de 120w de potencia y tiene una perdida de 17w, en las mismas condiciones que el anterior tenemos:

2 X 60w	potencia	120w
	perdida	17w
	consumo	137w

Si combinamos el balastro de ahorro (alta eficiencia baja pérdida) con un equipo luminario de aluminio tipo espejo utilizando una sola lámpara, obtenemos los lúmenes que se necesitan en determinado espacio. De esta manera ahorramos energía sin sacrificar las condiciones necesarias de luminosidad.

Por otro lado, existen aparatos de refrigeración que sobrepasan los diez años y que ya se deben considerar como obsoletos y buscar reemplazarlos por equipo nuevo de tal forma que, a la vez que son nuevos y eficientes, contaminan menos.

Fase III → A Nivel Complementario**III.1. VEGETACION**

Plantar árboles en lugares estratégicos que den sombra, que bloqueen los rayos del sol a ventanas, partes traseras de los salones, ayuda al ahorro de energía, sin embargo hay que considerar que estamos en una región desértica donde el agua es escasa. También es muy importante tener en cuenta que la distribución de los árboles y plantas debe ser de manera estratégica, cuidando que unos no le vayan a quitar agua y espacio a otros.

La tabla siguiente muestra diversos tipos de árboles que podrían servir para este fin:

ARBOL	ALTURA MAXIMA	FORMA	ORIGEN	PROVOCA ALERGIAS
Alamo	15 mts.	Redonda	Nte. de México	Si
Ceiba	30 mts.	Redonda	Regiones tropicales	No
Yucateco	6-8 mts.	Varia	Malasia	No
Naranja agrio	4 mts.	Redonda	Asia	No
Mezquite	12 mts.	Variada	Desértico	No
Benjamina	4-8 mts.	Varia	Asia tropical	No

Tabla 4. Características de la vegetación propuesta

III.2. MANTENIMIENTO

Es necesario eliminar todas las fugas de aire existentes en el sistema. Esto se logra colocando empaques en las ventanas, reparando los vidrios rotos, sellando el espacio existente entre los aires acondicionados y su estructura y colocando polveras en las puertas. Existen otros tipos de fugas que son eléctricas para identificarlas es necesario primeramente contar con aparatos de medición con el fin de conocer si algún cable hace tierra desperdiciando la energía.

El proceso de mantenimiento actual comienza entre marzo y mayo, dándole servicio preventivo (limpieza y lubricación) y correctivo (reparaciones en el mecanismo o componentes). Para la prevención oportuna de irregularidades en el sistema de aires acondicionados se necesita hacer un monitoreo periódico de su funcionamiento de tal manera que se lleven a cabo más tareas preventivas que correctivas.

RESUMEN DE RESULTADOS

I. A Nivel Cultural

Se ha logrado instalar en la mayoría de las aulas de la Universidad de Sonora carteles en los cuales se les recuerda e invita a la comunidad universitaria a cerrar las puertas de las aulas cuando estén encendidos los aires acondicionados, así como a apagar estos al igual que las luces cuando no vayan a ser utilizados, en el Anexo I se muestran los resultados obtenidos.

Por otra parte, de las auditorías, el índice más alto de aulas encontradas sin alumnos con luces encendidas fue de 25 % en la semana cinco y el más bajo fue de 11% en la semana ocho, del semestre 99-2, por lo que las personas han tenido un comportamiento positivo respecto al hábito de apagar las luces después de salir de clases, pues han venido disminuyendo los salones que se encuentran vacíos con las luces y aires encendidos según muestran las gráficas del Anexo I.

La concientización a nivel de las autoridades de la universidad ha sido realmente motivante ya que para el semestre 99-1 se otorgaron recursos para que el programa se realizara en toda la unidad centro.

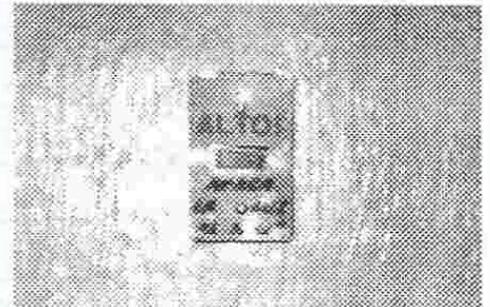


Foto 1.- Mensaje alusivo al ahorro de energía

II. A Nivel Tecnológico

II.1. Diagnóstico Energético

En este apartado se muestran los resultados de la obtención de las cargas térmicas obtenidas para el edificio 5M. (formatos utilizados ver Anexo III; cálculos y tablas ver Anexo IV).

Como se aprecia en la Tabla 5, la tecnología refrigerante está por debajo de lo que se requiere, por lo que no se alcanza el confort necesario para un salón de clases, de tal manera que la energía utilizada para que las refrigeraciones trabajen se pudiera considerar perdida puesto que no cumple con su función, que es la de mantener el área refrigerada.

Aulas →	102	103	201	202	203	204	205	Cubiculos	206
Ton. Requerido	3.69	3.10	4.82	4.69	6.67	4.11	4.17	12.06	6.28
Ton. Existente	2.00	2.00	4.00	4.00	4.00	2.00	2.00	5.00	4.00
Diferencia	1.69	1.10	0.82	0.69	2.67	2.11	2.17	7.06	2.28

Tabla 5.- Resultados del diagnóstico energético

II.2. Tecnología

Como se mencionó anteriormente el diagnóstico energético es sólo una base para poder diseñar un programa que permita el ahorro de energía, dicho programa contempla aspectos integrales, tanto tecnológicos como culturales. A continuación se presenta las fases de la estrategia utilizada dentro de la Célula Sustentable.

II.2.1. Estado de Aires Acondicionados

Existen muy pocos equipos relativamente nuevos, dentro del Departamento de Ingeniería Industrial, entre ellos están las refrigeraciones del edificio 5G de aproximadamente dos años de antigüedad, y las refrigeraciones del 5L con un poco más de tres años.

II.2.2. Instalación del medidor

Al final del semestre 98-2 se instaló un medidor proporcionado por la Comisión Federal de Electricidad, mismo que registra la cantidad de energía consumida del edificio 5M del Departamento de Ingeniería Industrial, siendo ésta el área de la Célula Sustentable, y de esta manera poder darle seguimiento a los comportamientos de consumo y a las alternativas implementadas para reducirlo. El medidor es uno digital marca vectron, clave CFE B769TO, con código KD2U, lote 94H3. Es de tipo SV4SD y nos proporciona las medidas en Watthora.

II.2.3. Salón prototipo

El salón prototipo se encuentra ubicado en el aula 206 del edificio 5M, en dicho salón se han implementado las alternativas estudiadas y que han sido factibles económicamente. Los avances se enlistan a continuación:

II.2.3.1. Tecnologías aplicadas

- Aislante térmico.- Se aplicó aislante térmico del tipo termocel en el techo del salón prototipo, contando con un área de 50 metros cuadrados, aproximadamente el 60% del salón prototipo. A excepción de esta área el techo del edificio 5M se encuentra impermeabilizado con un material parecido al chapopote. Con la finalidad de demostrar si el aislante estaba cumpliendo con el objetivo anteriormente mencionado, se tomaron mediciones de temperatura dando los resultados como se muestra en la tabla 6a.



Foto 2.- Impermeabilización en la Célula Sustentable

Salón Prototipo 5M-206

TECHO PARTE EXTERIOR	TEMPERATURA
Área con termocel	30°C
Área con chapopote	37°C
TECHO PARTE INTERIOR	
Área con termocel	26°C
Área con chapopote	31°C
MEDIO AMBIENTE EXTERIOR	26°C
MEDIO AMBIENTE INTERIOR	25°C

Salón 5M-205

TECHO PARTE EXTERIOR	TEMPERATURA
	35°C
TECHO PARTE INTERIOR	29°C
MEDIO AMBIENTE EXTERIOR	26°C
MEDIO AMBIENTE INTERIOR	24°C

Tabla 6a. Comparación de temperaturas respecto a aislantes entre salón prototipo y el 5M-205

- **Polarizado.** - Esta tecnología es importante, ya que por las ventanas entra un alto porcentaje de calor, y se redujo alrededor del 10%. Se aplicó un tipo de polarizado especial llamado bronce solar medio, que cumple con la función de dejar pasar la luz natural mas no el calor. Ver la tabla 6b.

Salón Prototipo 5M-206 con Polarizado	TEMPERATURA
MEDIO AMBIENTE EXTERIOR	31°C
MEDIO AMBIENTE INTERIOR	28°C

Salón 5M-205 sin Polarizado	TEMPERATURA
MEDIO AMBIENTE EXTERIOR	31°C
MEDIO AMBIENTE INTERIOR	30°C

Tabla 6b. Comparación de temperaturas respecto polarizado entre salón prototipo y el 5M-205

- **Pistón.** - Se colocó un pistón de aire debido a que el ciclo de vida de este producto es mayor al de los resortes. Este pistón ha permitido que la puerta permanezca cerrada evitando la salida del aire frío en verano por lo cual los aires acondicionados trabajan más eficientemente.

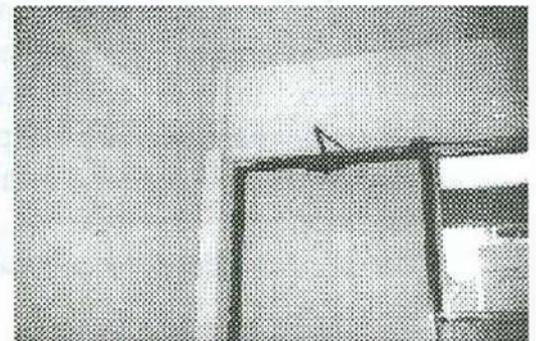


Foto 3.- Pistón en la puerta del 5M-206

- **Pintura.** - Al salón se le aplicó pintura de colores claros para tener mayor aprovechamiento de la luz de las lámparas fluorescentes.

- Eliminación de fugas.- Se eliminó el espacio existente entre la estructura que contiene los aires acondicionados y estos a través de un sello de poliuretano; se reemplazaron los vidrios rotos y rajados y se instaló una polvera en la puerta del salón prototipo.

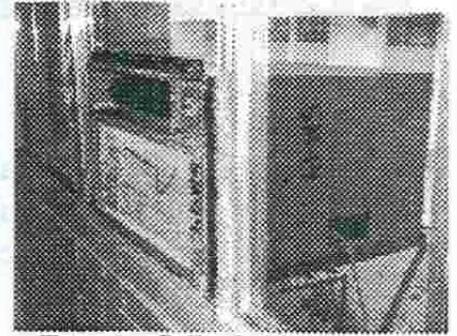


Foto 4.- Sello de Poliuretano

- Timer.- Para la eficiente utilización de los aires acondicionados se instaló un *timer* que controlará el encendido y apagado y cuyas características son las siguientes: Modelo H3CA estado sólido; Marca OMRON; Poder de operación: H3CA-A, _FA24~240 VAC/12~240 VDC \pm 10% 50/60 Hz; Temperatura ambiente de operación: -10 a 55⁰C; Humedad ambiente de operación: 35 a 85%; Temperatura almacenada: -25 a 65⁰C Fusible recomendado: T1A, 250 VAC, tiempo de atrasarse, capacidad de interrupción lenta.
- Estado de las luces y apagadores.- El tipo de lámparas instaladas en la Célula Sustentable es fluorescente existiendo ocho por salón tal como se presenta en el diagnóstico energético. En la mayoría de los salones un interruptor controla todas las lámparas imposibilitando el encendido de las lámparas por secciones. Con el fin de controlar el encendido y apagado de las luces se instaló un *sensor de movimiento* con las siguientes características:

-El tiempo ajustable del apagado retardado se puede fijar entre 30 segundos y 30 minutos.

-Configuración ajustable de luz ambiente que anula la función de encendido / apagado durante los períodos de suficiente luz solar; el rango se puede fijar entre 20 lux y plena brillantez.

-La luz del indicador LED parpadea cuando el detector percibe movimiento.

-Armadura de aluminio de una pieza para una fácil instalación; blindado contra EFI/RFI (interferencias electromagnéticas y de frecuencias de radio).

-Se pueden conectar hasta 5 detectores de presencia a una sola unidad de control, usando cableado de bajo voltaje calibre 22 AWG.

III. A Nivel Complementario

III.1. Vegetación

Actualmente existe alrededor del edificio 5M, una serie de plantas y árboles que brindan sombra, algunos de ellos fueron incorporados por el modelo Célula Sustentable. A continuación se ilustra un croquis, sin escala, de la vegetación mencionada:

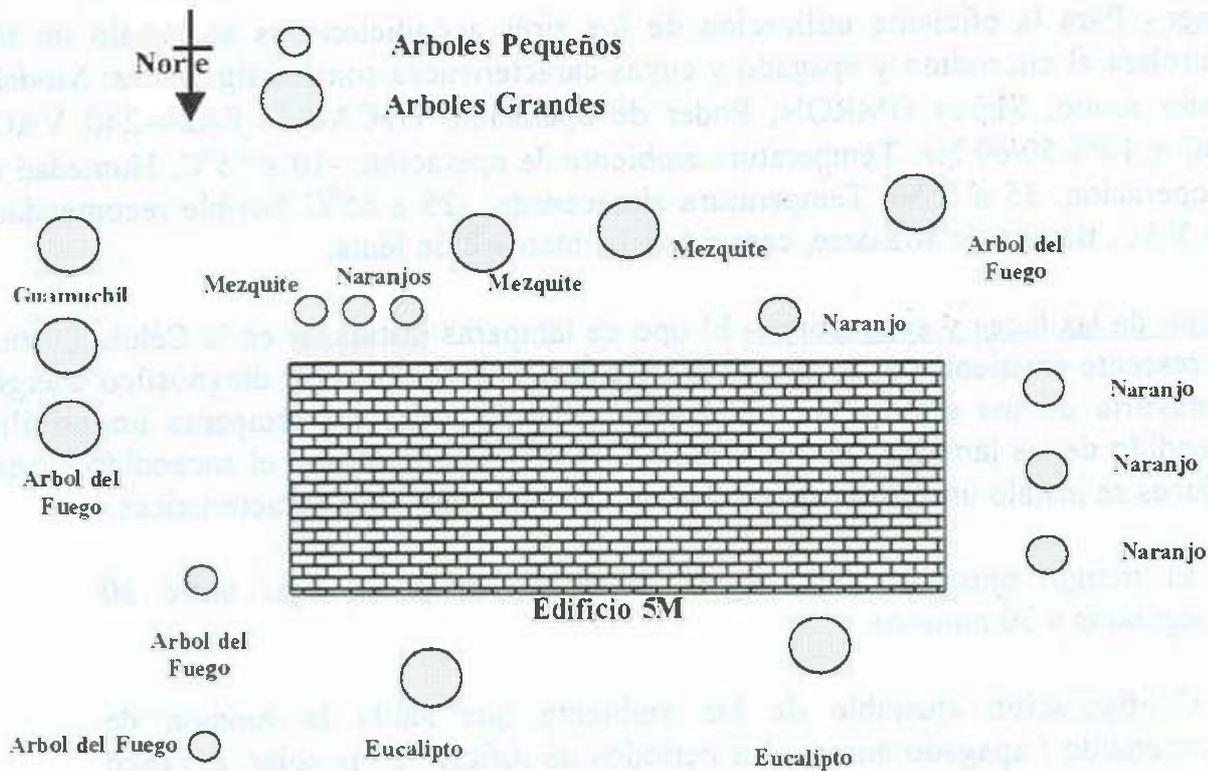


Figura 3.- Croquis de la vegetación existente en el edificio 5M

Como se puede observar, existe una gran cantidad de árboles en el edificio 5M, sin embargo algunos de ellos son todavía muy pequeños y se necesitará de algún tiempo considerable para que den la sombra suficiente de tal manera que disminuyan el impacto del calor del sol.

III.2. Mantenimiento

El estado de los aires acondicionados existentes en la Célula Sustentable es deplorable tanto en apariencia como en funcionamiento; cuentan con más de seis años de haber sido instalados y no tienen un programa de mantenimiento preventivo adecuado, por lo cual trabajan deficientemente.

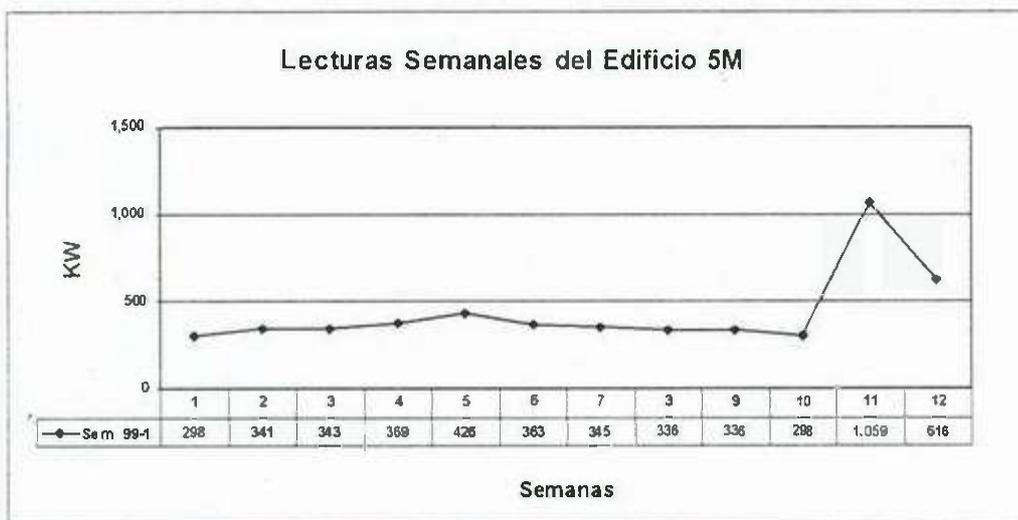
IV. Resultado de las alternativas a través de mediciones

La Universidad de Sonora cuenta con su historial de información

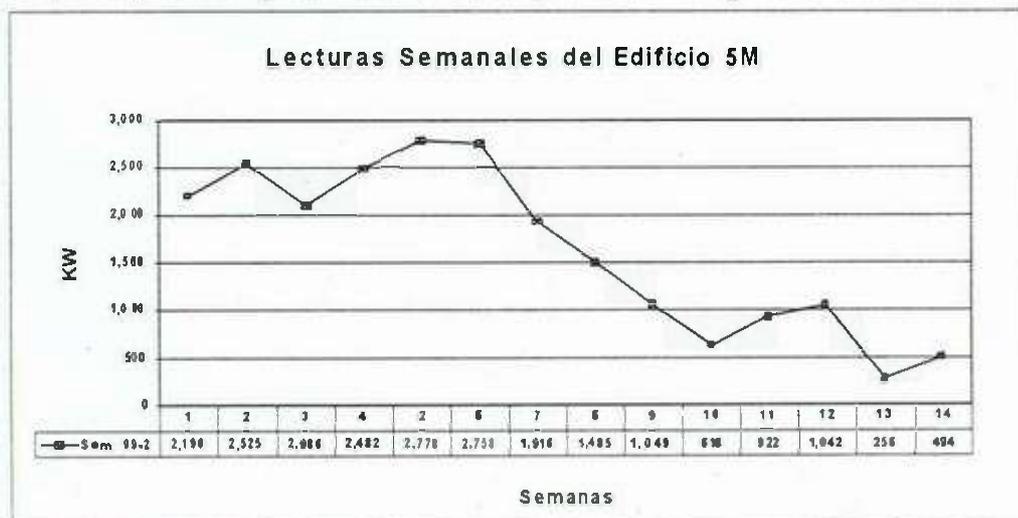
En las gráficas 1a y 1b se presenta la información obtenida en la medición del consumo de energía eléctrica en el edificio 5M del Departamento de Ingeniería Industrial, tal como se puede observar, el consumo semanal del semestre 99-1 se mantiene casi constante, a excepción de las últimas dos semanas que es cuando empezaron a funcionar los aparatos de aire acondicionado; pero en el semestre 99-2 los datos empezaron con niveles muy elevados, los cuales se fueron reduciendo mientras se hacía presente la temporada de menos calor.

Como referencia se puede señalar que el edificio 5M consumió, en promedio durante el semestre 99-1, alrededor del 0.5 % del gasto de la universidad, y en el semestre 99-2 alrededor del 0.8 %. Esto nos puede servir como ejemplo de que las asignaciones de los costos a los departamentos por consumo de energía puede ser más preciso si se contara con instrumentos de medición por sectores.

Estas gráficas representan un logro puesto que se empiezan a registrar datos históricos que servirán para estudios posteriores.



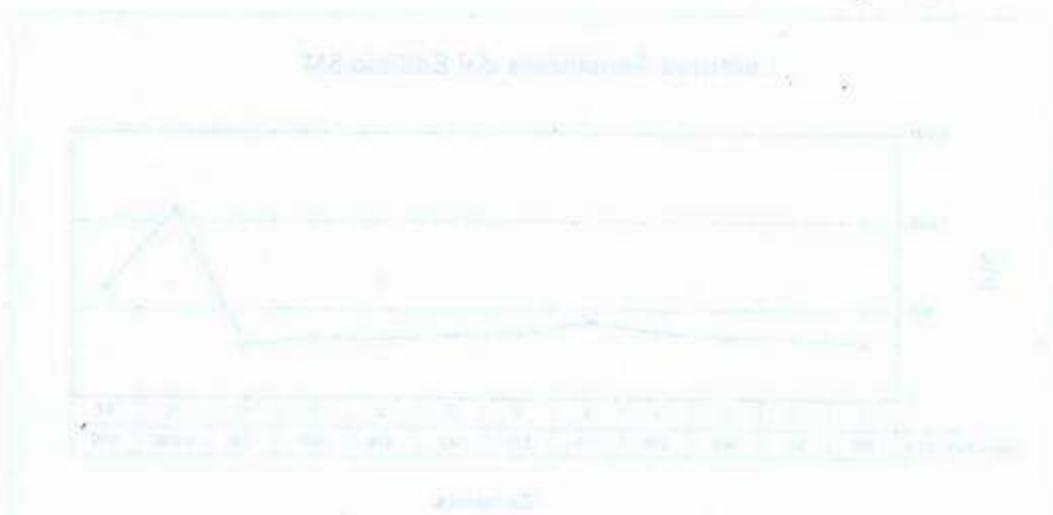
Gráfica 1a.- Consumo de Energía Eléctrica en el Edificio 5M del Departamento de I. I. - Sem. 99-1.



Gráfica 1b.- Consumo de Energía Eléctrica en el Edificio 5M del Departamento de I. I. - Sem. 99-2.

OBSTÁCULOS DURANTE EL PROYECTO

- No existe un compromiso pleno en el ahorro de energía eléctrica por parte de algunos sectores de la universidad, incluso existe resistencia al cambio sobretodo cuando este implica realizar algún esfuerzo extra que conlleve al beneficio común.
- No existen recursos económicos de los cuales el programa se pueda apoyar, por lo que se tiene que echar mano de patrocinadores que se encuentren interesados en el área.
- No se puede medir el impacto que tiene cada departamento en el consumo global de la Universidad de Sonora puesto que no hay instrumentos de medición separados por áreas. De tal forma que el prorrateo que se hace del gasto de la energía es, hasta cierto punto, no muy exacto.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Cualquier programa de ahorro de energía eléctrica no puede ser basado simplemente en aspectos tecnológicos ni culturales, sino que es de vital considerarlos a los dos de manera integrada.
- Urge que todos los Directores de División, Jefes de Departamento se comprometan en la elaboración de políticas que permitan que cada una de las áreas a su cargo tiendan hacia una cultura sustentable.
- Somos el cuarto lugar de consumo de energía, esto nos debe llevar a aplicar alternativas de solución más efectivas para usar cada vez mejor la energía eléctrica.
- El involucrar a estudiantes en este tipo de programas hace que la cultura de ahorro se vaya acrecentando, de tal manera que ocurra lo que se conoce como efecto multiplicador, ya que los alumnos contagian a los mismos compañeros, e incluso a sus maestros, de esta mentalidad positiva.
- Los beneficios del ahorro de energía se deben ver reflejados entre los miembros de la comunidad que participa, por ejemplo, desarrollar la infraestructura académica incorporando nuevos equipos de cómputo, proyectores, etcétera; apoyando más a la investigación de campo; de igual forma, consiguiendo becas a estudiantes comprometidos, o crear mejores áreas para estudio, en fin, existe un cúmulo de cosas que se podrían hacer; y esto acrecentaría el estímulo de las personas a participar en este tipo de programas.
- Es necesario que los próximos edificios a construir en el campus estén diseñados de tal forma que permitan el aprovechamiento de las condiciones naturales, tanto como iluminación y ventilación, para que utilicen menos recursos.
- Se deben destinar recursos para la implementación del programa de uso eficiente de la energía eléctrica a todos los niveles, incluso para el perfeccionamiento del mismo.
- Dada su investidura, la Universidad de Sonora al fomentar actividades en pro de la sustentabilidad, tiene un impacto positivo incalculable en la sociedad, de manera que acrecienta su prestigio y se consolida como un ejemplo a seguir.

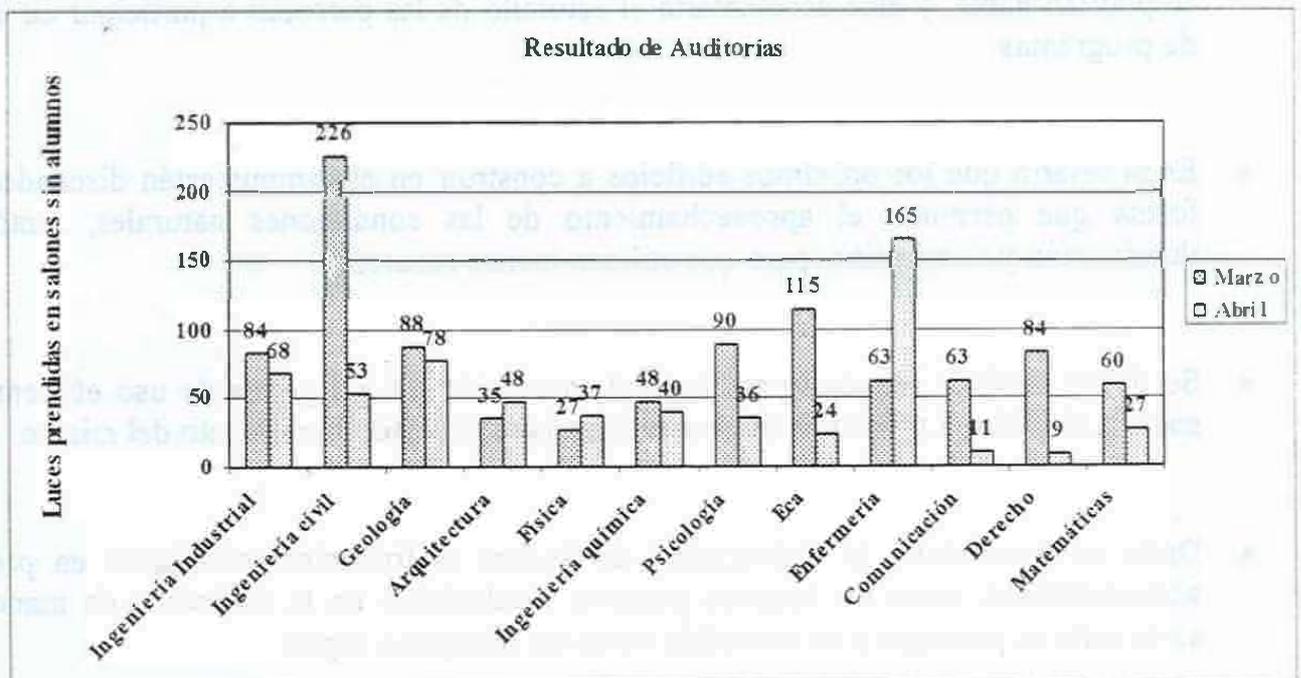
ANEXO I. RESULTADOS DE CONCIENTIZACIÓN Y AUDITORÍAS EN LA UNIDAD CENTRO.

SEMESTRE 99-1

- » **Alcance:** Se logró llegar a un total de 12 departamentos dentro del campus, en los cuales se colocaron cerca de 500 carteles de cartón o papel alusivos a la cultura de ahorro de energía; se impartieron pláticas a un determinado número de salones por departamento, llegando a hacer compromisos con los estudiantes y maestros de que al salir de sus clases apagaran las luces y que usaran las instalaciones apropiadamente.
- » **Respuesta:** La evaluación de la participación de la gente se hizo con auditorías tomando como indicadores de medición al número de lámparas que se encontraban encendidas dentro de las siguientes categorías:
 - ~ Lámparas encendidas en aquellos salones sin alumnos (donde se dieron las pláticas de concientización)
 - ~ Lámparas encendidas sin necesidad en pasillos
 - ~ Lámparas encendidas sin necesidad en el resto del edificio (incluyendo baños y oficinas)

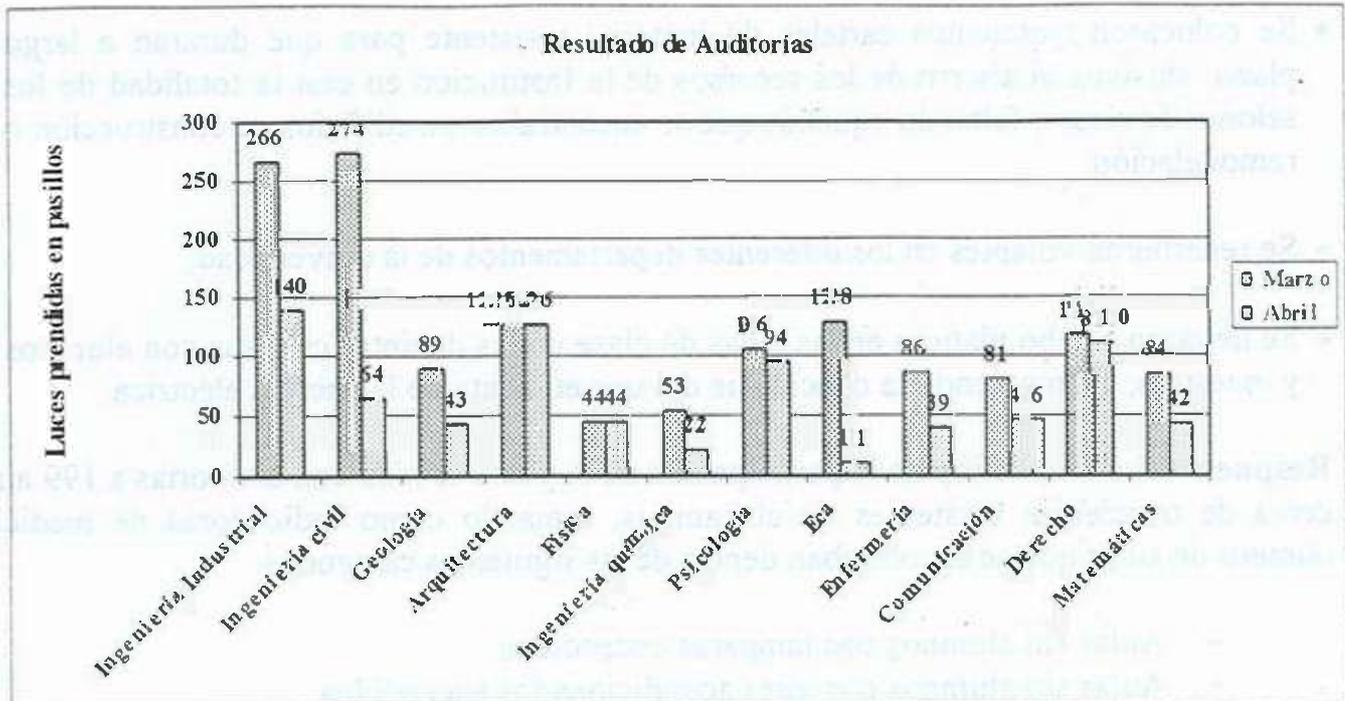
Como se aprecia en las gráficas, la respuesta de la gente fue favorable en la mayoría de los casos, a continuación se hacen las observaciones respecto a cada una de las clasificaciones:

- ~ Al compararse los resultados del mes de marzo con los de abril se observa que en el segundo mes disminuye la cantidad de luces encendidas en salones sin alumnos (ver gráfica 2), sin embargo, sucede lo contrario sólo en los departamentos de Arquitectura, Física y sobretodo muy significativamente en Enfermería.



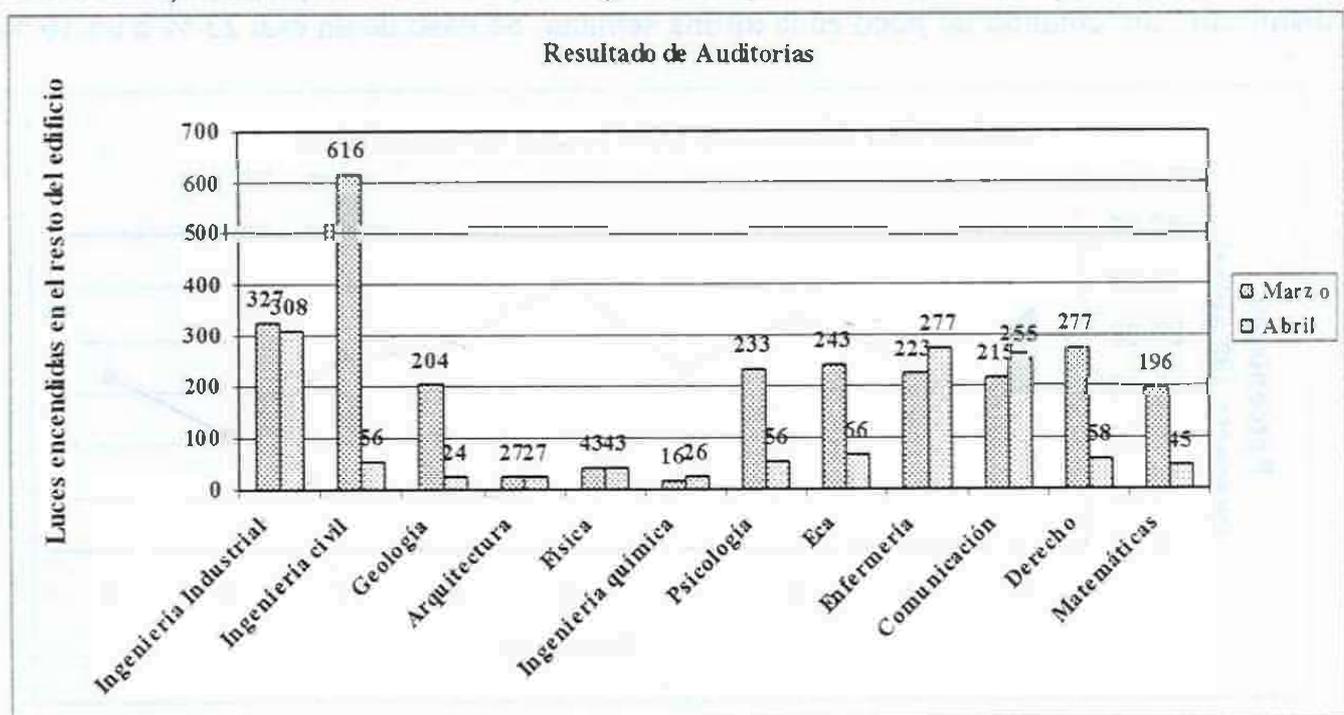
Gráfica 2.- Número de lámparas encendidas en salones sin alumnos

- ~ Respecto a las luces encendidas sin necesidad en pasillos (gráfica 3), se nota en todos los departamentos una disminución, con excepción de las escuelas de Arquitectura y Física que permanecieron al mismo nivel. Lo que nos indica que las personas tuvieron una actitud positiva al compromiso adquirido.



Gráfica 3.- Número de lámparas encendidas en pasillos

- ~ En la gráfica 4 se observa a la cantidad de lámparas encendidas en el resto del edificio; en aquellos salones donde no se impartieron pláticas, además de oficinas y baños. Se hace notorio los siguientes aspectos: Los Departamentos donde el nivel descendió de un mes a otro fueron el de Ingeniería Industrial, Ingeniería Civil Geología, Psicología, ECA, Derecho y Matemáticas; aquellos donde el nivel permaneció igual fueron los de Arquitectura y Física; y dónde el nivel ascendió fueron los de Ingeniería Química, Enfermería y Comunicación



Gráfica 4.- Número de lámparas encendidas en el resto del edificio

SEMESTRE 99-2

» **Alcance:** Se logró llegar a casi a todos los departamentos dentro del campus, en los cuales se llevó a cabo la siguiente estrategia:

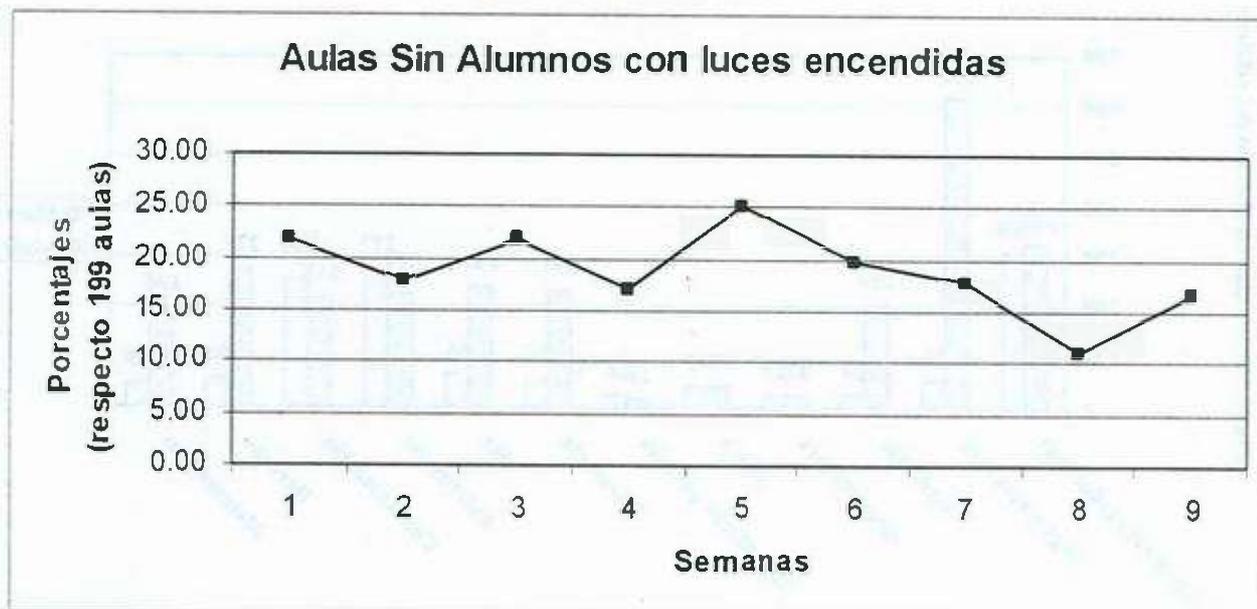
- Se colocaron trescientos carteles de material resistente para que duraran a largo plazo, alusivos al ahorro de los recursos de la Institución en casi la totalidad de los salones de clases, faltando aquellos que se encontraban en edificios en construcción o remodelación.
- Se repartieron volantes en los diferentes departamentos de la universidad.
- Se llevaron a cabo pláticas en las aulas de clase en las distintas carreras con alumnos y maestros, promoviendo la conciencia del uso eficiente de la energía eléctrica.

» **Respuesta:** La evaluación de la participación de la gente se hizo con auditorías a 199 aulas de cerca de trescientas existentes en el campus, tomando como indicadores de medición al número de aulas que se encontraban dentro de las siguientes categorías:

- ~ Aulas sin alumnos con lámparas encendidas
- ~ Aulas sin alumnos con aires acondicionados encendidos
- ~ Aulas con aires acondicionados encendidos con puertas abiertas

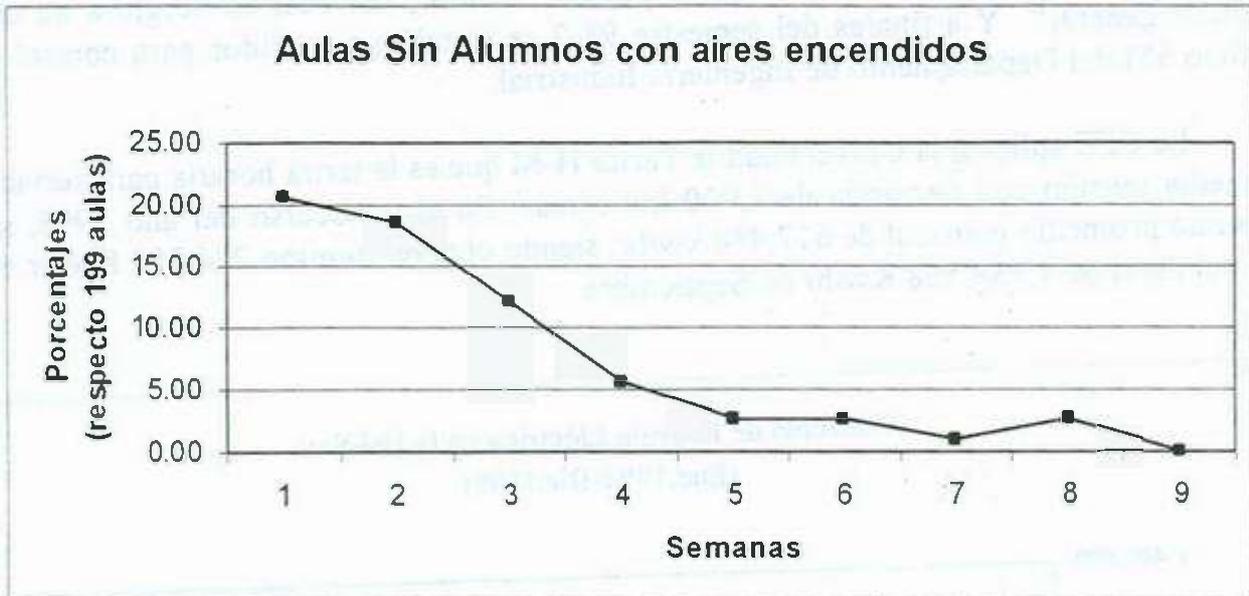
A continuación se hacen las observaciones respecto a cada una de las clasificaciones registradas en tres gráficas, considerando que las semanas señaladas corresponden a los meses de Octubre, Noviembre y parte de Diciembre:

- ~ En la gráfica 5 se observa que el número de aulas sin alumnos y con luces encendidas estuvo fluctuando las primeras semanas, sin embargo, a partir de la quinta semana empieza a disminuir, aumentando un poco en la última semana. Se pasó de un casi 23 % a un 16 %.



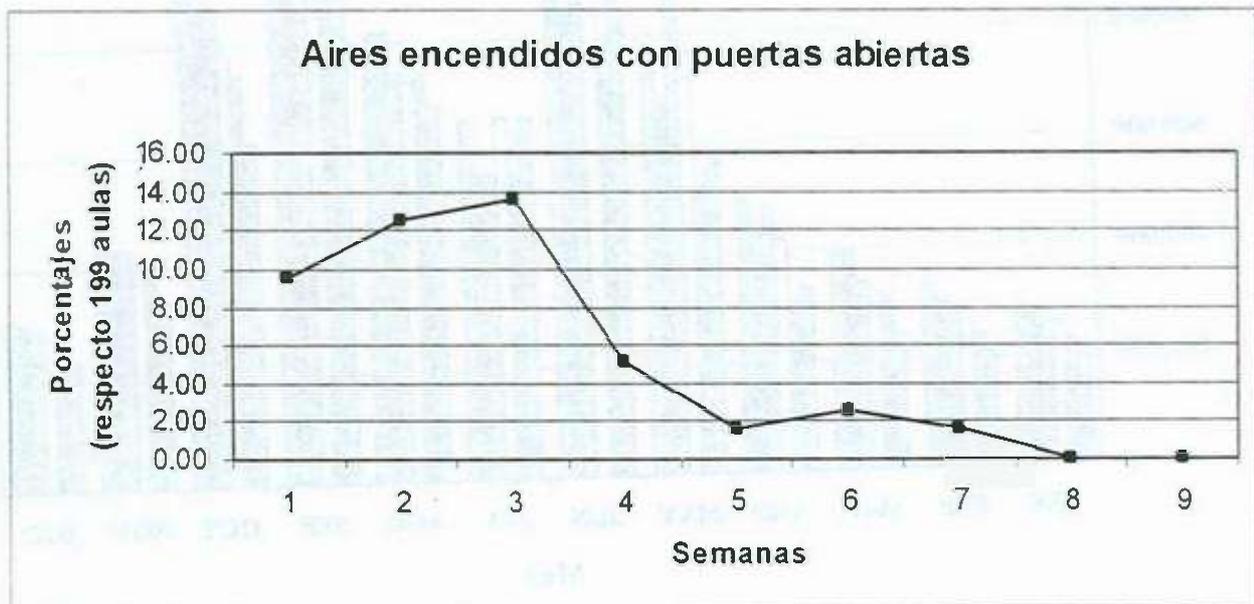
Gráfica 5.- Número de aulas sin alumnos con luces encendidas

- ~ A continuación se puede apreciar en la gráfica 6 que el porcentaje de aulas sin alumnos con aires encendidos disminuye radicalmente, esto se debe en gran parte a que es el periodo de cambio a un clima menos caluroso.



Gráfica 6.- Número de aulas sin alumnos con aires encendidos

- ~ Este caso es similar al anterior, sin embargo aquí se nota un repunte hasta la semana tres, reduciéndose desde ahí a un porcentaje de cero.

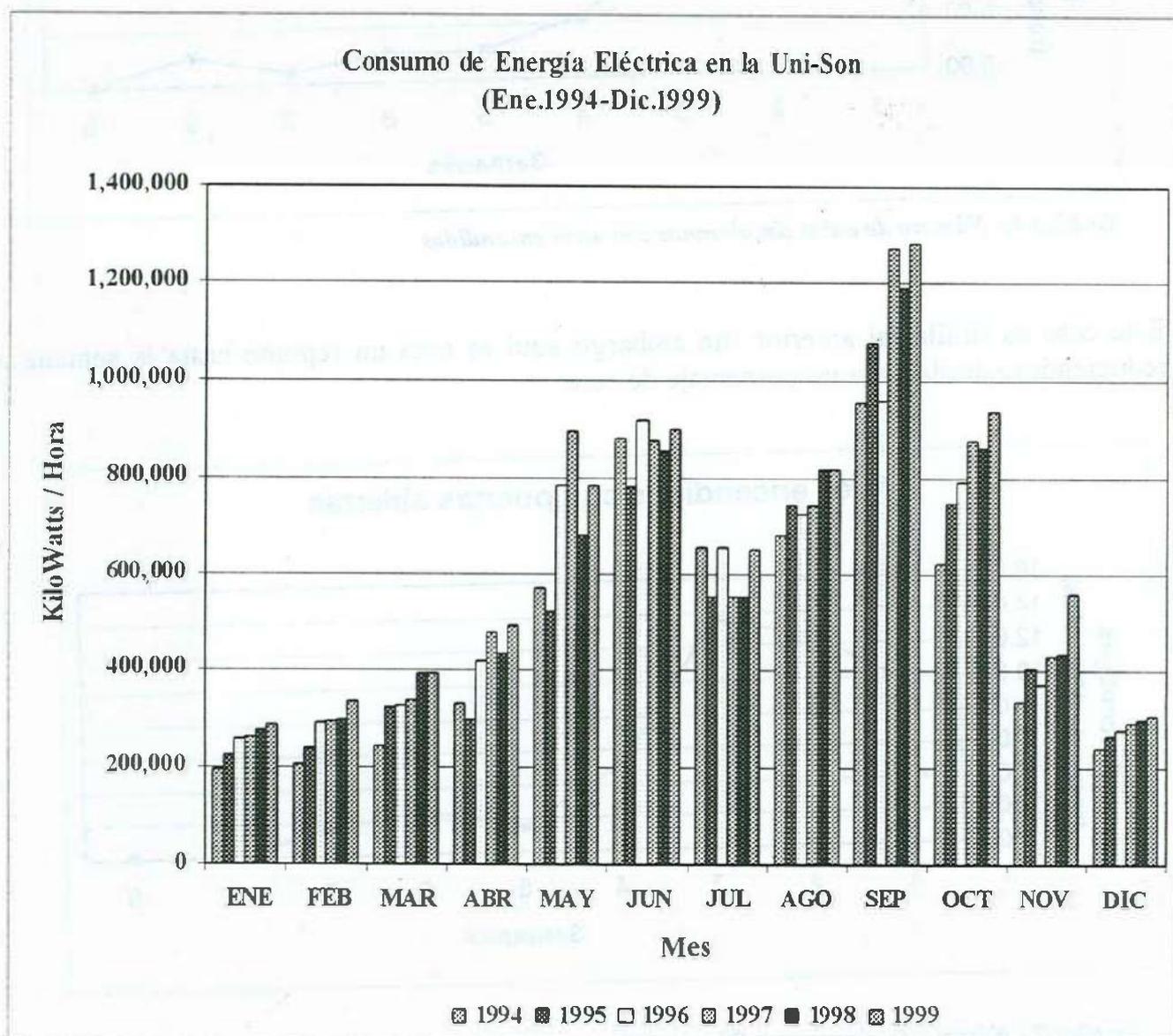


Gráfica 7.- Número de aires encendidos con puertas abiertas

ANEXO II. ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA.

La Universidad de Sonora, en su Unidad Centro, cuenta con un sólo medidor general el cual está ubicado a un costado del edificio 5A del Departamento de Ciencias Químico-Biológicas. El área del comedor tiene su propio medidor, del cual se desglosa su consumo al medidor general¹³. Y a finales del semestre 98-2 se instaló un medidor para control interno en edificio 5M del Departamento de Ingeniería Industrial.

La CFE aplica a la Universidad la Tarifa H-M que es la tarifa horaria para servicio general en media tensión con demanda de 1,000 kw o más. En el transcurso del año 1998, se tuvo un consumo promedio mensual de 617,480 kw/hr, siendo el nivel mínimo 274,800 Kw/hr en Enero y el nivel máximo 1,188,568 Kw/hr en Septiembre.



Gráfica 8.- Consumo mensual en los años de 1994, 1995, 1996, 1997, 1998 y 1999

¹³ Departamento de Conservación y Mantenimiento de la Universidad de Sonora. (Febrero 2000).

En la *gráfica 8* se presenta el comportamiento de consumo de energía eléctrica en Kilowatt/hora en la institución durante los últimos seis años, al respecto se hacen las siguientes observaciones:

- En los meses de Noviembre a Abril el consumo de electricidad no alcanza los 500,000 Kw / hr, siendo el alumbrado en lo que más se utiliza.
- En Mayo el consumo se dispara porque, además del alumbrado, es cuando se comienzan a utilizar los aparatos de aire acondicionado, incrementando el consumo el consumo en Junio
- La disminución de consumo de electricidad apreciada en el mes de Julio es porque abarca el periodo vacacional en donde desciende la población universitaria y por lo tanto el consumo tanto en aires acondicionados como en alumbrado. Se puede apreciar que los últimos dos años ha permanecido constante.
- En Agosto, a mediados, se reanudan las actividades administrativas y las clases por lo que se vuelve a incrementar el consumo de energía, siendo en Septiembre cuando, el consumo llega a sus máximos niveles (1,272,000 Kw/hr en 1997) puesto que es la temporada donde la población aumenta por alumnos de nuevo ingreso, y que por las condiciones de temperatura, el uso de aires acondicionados es considerable.
- En el año de 1998 se puede observar que, en la mayoría de los meses, el consumo es muy semejante al de 1997, salvo en Mayo que se redujo considerablemente el consumo de energía. Actualmente una actividad para el abatimiento del consumo de energía eléctrica es por la supervisión que se hace en las instalaciones por parte del Departamento de Conservación y Mantenimiento; esto es, cuando se ve que algún aparato de aire acondicionado o alguna lámpara está en funcionamiento sin motivo, se procede a apagarlo. Aunque estas actividades se llevan a cabo, no existe ningún programa formal para su realización.

ANEXO III. FORMATOS.

UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

"PROGRAMA DE CONCIENTIZACION UNIVERSITARIO"

REPORTE DE DIFUSION

CARRERA: _____

FECHA DE INICIO DE LA DIFUSION: _____

NOMBRE DE LA PERSONA A QUIEN SE DIRIGIERON: _____

PUESTODELAPERSONA: _____

EDIFICIO: _____

CARTELES

TIPO	CANTIDAD	LOCALIZACION	FECHA

PLATICAS SOBRE EL PROGRAMA A MAESTROS Y ALUMNOS

NOMBRE DEL MAESTRO	HORA DE CLASE	SALON	FECHA

FECHA TERMINO DE LA DIFUSION: _____

INTEGRANTES

EQUIPO: _____

REPRESENTANTE: _____

NOMBRE DE LOS INTEGRANTES QUE PARTICIPARON

Figura 4.- Formato de Reporte de Difusión

UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

"PROGRAMA DE CONCIENTIZACION UNIVERSITARIO"

REPORTE DE AUDITORIA

CARRERA: _____
 FECHA: _____
 EQUIPO: _____

EDIFICIO: _____
 SALONES: _____

CARTELES

	TIPO	DESPEGARON		RAYARON		MALTRATARON		TIPO	DESPEGARON		RAYARON		MALTRATARON	
		CARTEL		CARTEL		CARTEL			CARTEL		CARTEL		CARTEL	
PLANTA BAJA		SI	NO	SI	NO	SI	NO		SI	NO	SI	NO	SI	NO
PRIMER PISO		SI	NO	SI	NO	SI	NO		SI	NO	SI	NO	SI	NO
SEGUNDO PISO		SI	NO	SI	NO	SI	NO		SI	NO	SI	NO	SI	NO
HORA														

OBSERVACION _____

SALONES DONDE SE OFRECIERON LAS PLATICAS

	LUCES PRENDIDAS EN		AIRES		AIRES		LUCES PRENDIDAS		AIRES		AIRES	
	SALONES	SIN	PRENDIDOS	PRENDIDOS CON	PRENDIDOS CON	PUERTA ABIERTA	EN SALONES	SIN	PRENDIDOS	PRENDIDOS CON	PRENDIDOS CON	PUERTA ABIERTA
PLANTA BAJA	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
PRIMER PISO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
SEGUNDO PISO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
HORA												

OBSERVACION _____

RESTO DEL EDIFICIO (SALONES TAMBIEN PUEDE SER BAÑOS O OFICINAS)

	LUCES PRENDIDAS EN		LUCES		AIRES PRENDIDOS		LUCES PRENDIDAS		LUCES		AIRES PRENDIDOS	
	SALONES	SIN	PRENDIDOS	PRENDIDOS	PUERTA ABIERTA	PUERTA ABIERTA	EN SALONES	SIN	PRENDIDOS	PRENDIDOS	PUERTA ABIERTA	PUERTA ABIERTA
PLANTA BAJA	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
PRIMER PISO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
SEGUNDO PISO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
HORA												

OBSERVACION _____

*GRADO DE CONCIENCIA TOMADA POR ALUMNOS Y MAESTROS	BUENA	REGULAR	MALA
--	-------	---------	------

Figura 5.- Formato de Reporte de Auditoría

CALCULATION FORM

District or Distributor _____ Estimator _____ Date _____

Purchaser _____ Address _____

Job Location _____ Space Used For _____

Floor Area: _____ sq ft; Ceiling Height _____; Volume _____ cu ft

1. SURVEY DATA

Design Conditions				Outside Walls (Sq Ft)			Outside Air Through Conditioner	
Item	Outside	Inside	Difference		Gross Wall	Glass	Net Wall	
db				N				Ventilation ____ People x ____ cfm each (Table D)=
wb				E				Infiltration Exhaust Fans _____ cfm= cfm for _____ air changes/hr=
% rh				S				Infiltration cfm total _____ =
gr/lb				W				Outside Air Use Ventilation or Infiltration cfm, whichever is greater _____ =
				Interior Walls			sq ft	

4. COOLING LOAD SUMMARY - TONS

Type	Sensible	Latent	Total	Multiplier
Internal				
Total				

Figura 6a.- Calculation Form, sección 1 y 4; del utilizado por Termo-Control del Noroeste S.A. De C.V.

2. COOLING LOAD---BTU/HR

SENSIBLE HEAT LOAD							Btu / hr	
Heat Leakage	Sq. Feet	Factors						
Windows-Sunlit								
Glass	-----	X	-----			(Table A)=	-----	-----
Glass	-----	X	-----			(Table A)=	-----	-----
Skylights	-----	X	-----			=	-----	-----
Window-Shaded								
Glass	-----	X	1.13	X	-----	T.D. =	-----	-----
Glass Block	-----	X	0.46	X	-----	T.D. =	-----	-----
Walls								
Sunlit	-----	X	4.50			=	-----	-----
Shaded	-----	X	3.00			=	-----	-----
Interior	-----	X	3.00			=	-----	-----
Ceiling Under								
Flat Roof	-----	X	-----			(Table B)=	-----	-----
Finished Room	-----	X	3.00			=	-----	-----
Floor Over								
Finished Room	-----	X	3.60			=	-----	-----
Basement	-----	X	3.00			=	-----	-----
Total Heat Leakage							=	-----
Internal Heat								
Lights	-----	Watts X	3.40			=	-----	-----
People	-----	X	-----			(Table C)=	-----	-----
Motors	-----	Hp X	2,545.00			=	-----	-----
Motors (Fan)	-----	Hp X	2,545.00			=	-----	-----
Appliances	-----	X	-----			=	-----	-----
	-----	X	-----			=	-----	-----
	-----	X	-----			=	-----	-----
Total Internal Sensible							=	-----
Outside Air	-----	cfm X	-----	°F Temp diff X	1.08	=	-----	-----
Total Sensible Heat Load							=	-----
LATENT HEAT LOAD								
Internal Heat								
People	-----	X	-----			(Table C)=	-----	-----
Appliances	-----	X	-----			=	-----	-----
	-----	X	-----			=	-----	-----
Total Internal Latent							=	-----
Outside Air	-----	cfm X	-----	gr/lb diff. (Table E) X	0.68	=	-----	-----
Total Latent Heat Load							=	-----
TOTAL HEAT LOAD							=	-----
							Btu/hr / 12,000 = TON =	-----

Figura 6b.- Calculation Form, sección 2; del utilizado por Termo-Control del Noroeste S.A. De C.V.

3. HEAT GAIN TABLES

Table A - Sunlit Glass Factors *

Direction	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Sun time at Max. Load	8 A.M.	8 A.M.	9 A.M.	12** Noon	3** P.M.	4** P.M.	5** P.M.
Awings Full Shading	30	45	35	30	45	55	42
Inside Venetian Blinds	60	90	70	60	90	110	80
Glass Block No Shades	38	78	60	39	67	86	62

* Btu/hr/sq ft each area includes sun effect and transmission for 95°F outside, 80°F inside. -August 1- 40° Lat.

** Sun Time at which maximum load occurs is tHr. Later for Glass Block.

Table B - Sunlit Roof Factors *

Flat Roof:		No. Ceiling	Over Ceiling	Over Attic
Uninsulated				
Frame or heavy masonry		18	16	14
Light Masonry		28	24	20
Insulated - Any constr.	1"	12	10	10
	2"	7	6	6

*Btu/hr/sq ft roof area total heat gain

Table C - Occupant Factors

Degree of activity and Typical Applications	Sensible Btu/hr	Latent Btu/hr
Seated at rest - Theatre	195	155
Seated, light work - Office	195	205
Office work, active	200	250
Walking slowly, standing - Stores	200	250
Seated eating - Restaurant*	220	235
Light bench work - Factory	220	530
Moderate dancing	245	605
Walking 3 mph- Factory	300	700
Heavy Work - Bowling- Factory	465	985

*Includes 60 Btu/hr/person for food heat - (30 sensible, 30 latent)

Table D - Ventilation Factors

Application	cfm per Person	Application	cfm per Person
Bank	10	Office, General	15
Barber Shop	10	Office, Private	30
Cocktail Bar	40	Restaurant	15
Department Store	7 1/2	Shop, Retail	10
Directors Room	40	Theatre	7 1/2

Table E - Differences in Moisture Content Between Outside and Inside Air (Grains/lb of Dry Air)

inside db At 50% rh	Outside wb at 95 db				Outside wb at 100 db			
	75	76	77	78	75	76	77	78
	32	38	45	51	24	30	37	43
	27	33	40	46	19	25	32	38
	21	27	34	40	13	19	26	32

Figura 6c.- Calculation Form, sección 3; del utilizado por Termo-Control del Noroeste S.A. De C.V.

ANEXO IV. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

La carga térmica es la cantidad de calor que debe extraerse con el fin de mantener la temperatura deseada en la habitación¹⁴. Con esto se obtiene el tonelaje de refrigeración necesaria para cada habitación, que en este caso son aulas y cubículos. Posteriormente se hace un comparativo entre los resultados y la carga de refrigeración realmente instalada para obtener el grado de eficiencia.

El cálculo de las cargas térmicas se realizó en base a la información proporcionada por Termo-Control del Noroeste S.A. de C.V.¹⁵ y consta de lo siguiente: Se nos facilitó un formato en una hoja donde se registra la información básica del lugar a calcular sus cargas y conteniendo tablas de referencias; pero para efectos particulares de éste trabajo, dicho formato se segmentó en tres partes, las cuales son ilustradas en las figuras 6a, 6b y 6c;

Figura 6a: Consta de tres secciones; La primera es para registrar datos generales del lugar a calcular, por ejemplo dirección, fecha, área, etcétera; la segunda (Survey Data) es sobre medidas específicas de las condiciones del lugar, paredes y ventanas e infiltración de aire; la tercera (Cooling Load Summary - Tons) es para colocar la información resultante de los cálculos finales.

Figura 6b: Es la parte propia de los cálculos para determinar los BTU/hr (Cooling Load - BTU/Hr). Consta de tres secciones; La primera es para calcular el calor sensible¹⁶: que es el calor evidente al tacto, que puede ser del tipo normal para establecer la temperatura en el instante en que se mide. En la segunda sección se calcula el calor latente: es la cantidad de calor necesario para cambiar el estado de un cuerpo sin alterar su temperatura. En esta parte se toma en cuenta la humedad relativa. Por último se calcula el total, sumando los dos tipos de calor dando como resultado BTU/hr, los cuales se convierten a toneladas de refrigeración dividiéndolos entre 12,000.

Figura 6c: Esta parte consta de una tabla (Heat Gain Tables) donde vienen los factores siguientes: Efecto del Sol en Ventanas, Efecto del Sol en la Construcción, Efecto de los Ocupantes, Efectos de la Ventilación y Diferencias de Humedad, dentro y fuera del lugar.

En las siguientes páginas se encuentran los cálculos de las cargas de calor efectuadas en los salones 102, 103, 201, 202, 203, 204, 205, 206 y cubículos del edificio 5M.

¹⁴ Alarcón Creus, José. (1992). *Tratado Práctico de Refrigeración Automática*. Ed. Alfaomega-Marcombo,

¹⁵ Entrevista con Ing. F. Escalante G., de Termo-Control del Noroeste S.A. de C.V. Hermosillo. (Junio del 2000)

¹⁶ Alarcón Creus J. (1992). *Tratado Práctico de Refrigeración Automática*. Ed. Alfaomega-Marcombo. 11ª Edición.

CALCULATION FORM

District or Distributor _____ Estimator _____ Date _____
 Purchaser _____ Address _____
 Job Location Ata JM 402 Space Used For _____
 Floor Area: 397.63 sq ft Ceiling Height 9.78 Volume 3,848.55 cu ft

1.SURVEY DATA

Design Conditions				Outside Walls (Sq Ft)			Outside Air Through Conditioner		
Item	Outside	Inside	Difference		Gross Wall	Glass	NetWall		
db	106	74	32	N	149.24	16.79	132.45	Ventilation 30 People x 10 cfm each (Table D)= 300	
wb	82			E	249.60	.	.	Infiltration Exhaust Fans <u>64.14</u> cfm= 64.14 cfm for <u>1</u> air changes/hr=	
% rh		50		S	149.24	44.03	105.21	Infiltration cfm total _____ =	
gr/lb	124	60	64	W	.			Outside Air Use Ventilation or Infiltration cfm, whichever is greater _____ = 300	
				Interior Walls 249.60 sq ft					

4. COOLING LOAD SUMMARY -TONS

Type	Sensible	Latent	Total	Multiplier
Internal	9,945.40	4,650.00	14,595.40	
Total	26,594.19	17,706.00	44,300.19	

Tomado de los formatos utilizados por:
 Termo Control del Noroeste S.A. De C.V.

2. COOLING LOAD---BTU/HR

Aula 5M-102

SENSIBLE HEAT LOAD							Btu / hr		
Heat Leakage	Sq. Feet	Factors							
Windows-Sunlit									
Glass	44.03	X	60.00		(Table A)=		2,641.80		
Glass	-----	X	-----		(Table A)=		-----		
Skylights	-----	X	150.00		=		-----		
Window-Shaded									
Glass	16.79	X	1.13	X	32.00	T.D. =	607.13		
Glass Block	-----	X	0.46	X	-----	T.D. =	-----		
Walls									
Sunlit	105.21	X	4.50			=	473.45		
Shaded	382.05	X	3.00			=	1,146.15		
Interior	249.00	X	3.00			=	747.00		
Ceiling Under									
Flat Roof	-----	X	-----		(Table B)=		-----		
Finished Room	597.03	X	3.00		=		1,791.09		
Floor Over									
Finished Room	-----	X	3.60		=		-----		
Basement	-----	X	3.00		=		-----		
Total Heat Leakage							=	7,048.79	
Internal Heat									
Lights	456.00	Watts X	3.40			=	1,550.40		
People	30.00	X	195.00		(Table C)=		5,850.00		
Motors	29.08	Hp X	2,545.00		=		2,545.00		
Motors (Fan)	-----	Hp X	2,545.00		=		-----		
Appliances	-----	X	-----		=		-----		
	-----	X	-----		=		-----		
	-----	X	-----		=		-----		
Total Internal Sensible							=	9,945.40	
Outside Air	300.00	cfm X	32.00	°F Temp diff X	1.08	=	9,600.00		
Total Sensible Heat Load							=	26,594.19	
LATENT HEAT LOAD									
Internal Heat									
People	30.00	X	155.00		(Table C)=		4,650.00		
Appliances	-----	X	-----		=		-----		
	-----	X	-----		=		-----		
Total Internal Latent							=	4,650.00	
Outside Air	300.00	cfm X	64.00	gr/lb diff. (Table E) X	0.68	=	13,056.00		
Total Latent Heat Load							=	17,706.00	
TOTAL HEAT LOAD							=	44,300.19	BTU/hr
							Btu/hr / 12,000 =	3.69	Ton.

Tomado de los formatos utilizados por:
Termo Control del Noroeste S.A. De C.V.

CALCULATION FORM

District or Distributor _____ Estimator _____ Date _____

Purchaser _____ Address _____

Job Location Aula 5M-03 Space Used For _____

Floor Area: 397.63 sq ft; Ceiling Height 96.8 Volume 3 848.55 cu ft

1.SURVEY DATA

Design Conditions				Outside Walls (Sq Ft)			Outside Air Through Conditioner		
Item	Outside	Inside	Difference	Gross Wall	Glass	NetWall			
				N	149.24	16.79	132.45	Ventilation 10_People x 10_cfm each (Table D)=	100
db	106	74	32	E	-	-	-	Infiltration Exhaust Fans <u> 64.14 </u> cfm=	64.14
wb	82			S	149.24	44.03	105.21	cfm for <u> 1 </u> air changes/hr= Infiltration cfm total _____ =	
% rh		50		W	-			Outside Air Use Ventilation or Infiltration cfm, whichever is greater _____ =	150
gr/lb	124	60	64	Interior Walls <u> 499.20 </u> sq ft					

4. COOLING LOAD SUMMARY - TONS

Type	Sensible	Latent	Total	Multiplier
Internal	13,525.40	9,030.00	22,555.40	
Total	23,774.19	13,382.00	37,156.19	

Tomado de los formatos utilizados por:
Termo Control del Noroeste S.A. De C.V.

2. COOLING LOAD---BTU/HR

Aula 5M-103

SENSIBLE HEAT LOAD								
Heat Leakage	Sq. Feet	Factors			Btu / hr			
Windows-Sunlit								
Glass	44.03	X	60.00		(Table A)=	2,641.80		
Glass		X			(Table A)=			
Skylights		X	150.00		=			
Window-Shaded								
Glass	16.79	X	1.13	X	32.00	T.D. =	607.13	
Glass Block		X	0.46	X		T.D. =		
Walls								
Sunlit	105.21	X	4.50			=	473.45	
Shaded	132.45	X	3.00			=	397.35	
Interior	433.20	X	3.00			=	1,497.60	
Ceiling Under								
Flat Roof		X			(Table B)=			
Finished Room	597.63	X	3.60		=	1,451.47		
Floor Over								
Finished Room		X	3.60		=			
Basement		X	3.00		=			
Total Heat Leakage							7,048.79	
Internal Heat								
Lights	456.00	Watts X	3.40		=	1,550.40		
People	10.00	X	195.00		(Table C)=	1,950.00		
Motors	1.00	Hp X	2,545.00		=	2,545.00		
Motors (Fan)		Hp X	2,545.00		=			
Appliances		X			=			
Computadoras	2,200.00	Watts X	3.40		=	7,480.00		
		X			=			
Total Internal Sensible							13,525.40	
Outside Air	100.00	cfm X	32.00	°F Temp diff X	1.08	=	3,200.00	
Total Sensible Heat Load							23,774.19	
LATENT HEAT LOAD								
Internal Heat								
People	10.00	X	155.00		(Table C)=	1,550.00		
Computadoras	2,200.00	Watts X	3.40		=	7,480.00		
		X			=			
Total Internal Latent							9,030.00	
Outside Air	100.00	cfm X	64.00	gr/lb diff. (Table E) X	0.68	=	4,352.00	
Total Latent Heat Load							13,382.00	
TOTAL HEAT LOAD							37,156.19	BTU/hr
							Btu/hr / 12,000 =	3.10 Ton.

Tomado de los formatos utilizados por:
Termo Control del Noroeste S.A. De C.V.

CALCULATION FORM

District or Distributor _____ Estimator _____ Date _____

Purchaser _____ Address _____

Job Location Aula 5M-201 Space Used For _____

Floor Area: 541.46 sq ft, Ceiling Height 9.85 Volume 5,329.41 cu ft

1. SURVEY DATA

Design Conditions				Outside Walls (Sq Ft)			Outside Air Through Conditioner		
Item	Outside	Inside	Difference		Gross Wall	Glass	NetWall	Ventilation	
db	106	74	32	N	206.66	16.79	189.87	30 People x 10 cfm each (Table D)=	300
wb	82			E	253.81	-	-	Infiltration	
% rh		50		S	206.66	88.07	118.59	Exhaust Fans <u>88.82</u> cfm=	88.82
gr/lb	124	60	64	W	-	-	-	cfm for <u>1</u> air changes/hr=	
				Interior Walls			253.81	Infiltration cfm total _____ =	
							sq ft	Outside Air	
								Use Ventilation or Infiltration cfm,	
								whichever is greater _____ =	300

4. COOLING LOAD SUMMARY - TONS

Type	Sensible	Latent	Total	Multiplier
Internal	11,835.80	6,050.80	17,886.60	
Total	38,780.79	19,106.80	57,887.59	

Tomado de los formatos utilizados por:
Termo Control del Noroeste S.A. De C.V.

2. COOLING LOAD---BTU/HR

Aula 5M-201

SENSIBLE HEAT LOAD							
Heat Leakage	Sq. Feet	Factors				Btu / hr	
Windows-Sunlit							
Glass	88.07	X	60.00		(Table A)=	5,284.20	
Glass		X			(Table A)=		
Skylights		X	150.00		=		
Window-Shaded							
Glass	16.79	X	1.13	X	32.00	T.D. =	607.13
Glass Block		X	0.46	X		T.D. =	
Walls							
Sunlit	372.41	X	4.50			=	1,675.85
Shaded	109.07	X	3.00			=	327.61
Interior	253.01	X	3.00			=	761.43
Ceiling Under							
Flat Roof	541.46	X	12.00		(Table B)=	6,497.52	
Finished Room		X	3.00		=		
Floor Over							
Finished Room	541.46	X	3.60		=	1,949.26	
Basement		X	3.00		=		
Total Heat Leakage						=	17,344.99
Internal Heat							
Lights	600.00	Watts X	3.40		=	2,040.00	
People	30.00	X	195.00		(Table C)=	5,850.00	
Motors	1.00	Hp X	2,545.00		=	2,545.00	
Motors (Fan)		Hp X	2,545.00		=		
Appliances		X			=		
Proyector:	300.00	Watts X	3.40		=	1,020.00	
Televisión:	112.00	Watts X	3.40		=	380.80	
Total Internal Sensible						=	11,835.80
Outside Air	300.00	cfmX	32.00	°F Temp diff X	1.08	=	9,600.00
Total Sensible Heat Load						=	38,780.79
LATENT HEAT LOAD							
Internal Heat							
People	30.00	X	155.00		(Table C)=	4,650.00	
Proyector:	300.00	Watts X	3.40		=	1,020.00	
Televisión:	112.00	Watts X	3.40		=	380.80	
Total Internal Latent						=	6,050.80
Outside Air	300.00	cfmX	64.00	gr/lb diff. (Table E) X	0.68	=	13,056.00
Total Latent Heat Load						=	19,106.80
TOTAL HEAT LOAD						=	57,887.59 BTU/hr
						Btu/hr / 12,000 =	4.82 Ton.

Tomado de los formatos utilizados por:
Termo Control del Noroeste S.A. De C.V.

CALCULATION FORM

District or Distributor _____ Estimator _____ Date _____

Purchaser _____ Address _____

Job Location Aula 5M-202 Space Used For _____

Floor Area: 5,414.6 sq ft, Ceiling Height 9.85 Volume 5,329.41 cu ft

1.SURVEY DATA

Design Conditions				Outside Walls (Sq Ft)			Outside Air Through Conditioner	
Item	Outside	Inside	Difference	Gross Wall	Glass	NetWall	Ventilation	
db	106	74	32	N 206.66	41.85	164.81	30 People x 10 cfm each (Table D)=	300
wb	82			E -	-	-	Infiltration	
% rh		50		S 206.66	41.24	165.42	Exhaust Fans <u>88.82</u> cfm=	88.82
gr/lb	124	60	64	W -	-	-	cfm for <u>1</u> air changes/hr=	
				Interior Walls 507.62 sq ft			Infiltration cfm total _____ =	
							Outside Air	
							Use Ventilation or Infiltration cfm, whichever is greater _____ =	300

4. COOLING LOAD SUMMARY - TONS

Type	Sensible	Latent	Total	Multiplier
Internal	12,101.00	6,316.00	18,417.00	
Total	36,897.15	19,372.00	56,269.15	

Tomado de los formatos utilizados por:
Termo Control del Noroeste S.A. De C.V.

2. COOLING LOAD---BTU/HR

Aula 5M-202

SENSIBLE HEAT LOAD							Btu / hr		
Heat Leakage	Sq. Feet	Factors							
Windows-Sunlit									
Glass	41.24	X	60.00		(Table A)=	2,474.40			
Glass		X			(Table A)=				
Skylights		X	150.00		=				
Window-Shaded									
Glass	41.85	X	1.13	X	32.00	T.D. =	1,513.30		
Glass Block		X	0.46	X		T.D. =			
Walls									
Sunlit	165.42	X	4.50			=	744.39		
Shaded	104.01	X	3.00			=	494.43		
Interior	507.02	X	3.00			=	1,521.06		
Ceiling Under									
Flat Roof	541.46	X	12.00		(Table B)=	6,497.52			
Finished Room		X	3.00		=				
Floor Over									
Finished Room	541.46	X	3.60			=	1,949.26		
Basement		X	3.00			=			
Total Heat Leakage							=	15,196.15	
Internal Heat									
Lights	600.00	Watts X	3.40			=	2,040.00		
People	300.00	X	195.00		(Table C)=	5,850.00			
Motors	1.00	Hp X	2,545.06		=	2,545.06			
Motors (Fan)		Hp X	2,545.00		=				
Appliances		X			=				
Proyector:	300.00	Watts X	3.40		=	1,224.00			
Televisión:	130.00	Watts X	3.40		=	442.00			
Total Internal Sensible							=	12,101.00	
Outside Air	300.00	cfm X	32.00	°F Temp diff X	1.06	=	9,600.00		
Total Sensible Heat Load							=	36,897.15	1
LATENT HEAT LOAD									
Internal Heat									
People	300.00	X	155.00		(Table C)=	4,650.00			
Proyector:	300.00	Watts X	3.40		=	1,224.00			
Televisión:	130.00	Watts X	3.40		=	442.00			
Total Internal Latent							=	6,316.00	
Outside Air	300.00	cfm X	64.00	gr/lb diff. (Table E) X	0.68	=	13,056.00		
Total Latent Heat Load							=	19,372.00	
TOTAL HEAT LOAD							=	56,269.15	BTU/hr
							Btu/hr / 12,000 =	4.69	Ton.

Tomado de los formatos utilizados por:
Termo Control del Noroeste S.A. De C.V.

CALCULATION FORM

District or Distributor _____ Estimator _____ Date _____

Purchaser _____ Address _____

Job Location Aud 5M-203 Space Used For _____

Floor Area: 541.46 sq ft; Ceiling Height 9.85 Volume 5,329.41 cu ft

1.SURVEY DATA

Design Conditions				Outside Walls (Sq Ft)			Outside Air Through Conditioner	
Item	Outside	Inside	Difference	Gross Wall	Glass	Net Wall	Ventilation	
db	106	74	32	N 206.66	41.85	164.81	50 People x 10 cfm each (Table D)=	500
wb	82			E -	-	-	Infiltration	
% rh		50		S 206.66	88.07	118.59	Exhaust Fans <u>88.82</u> cfm=	88.82
gr/lb	124	60	64	W 253.81	-	-	cfm for <u>1</u> air changes/hr=	
				Interior Walls 253.81 sq ft			Infiltration cfm total _____ =	
							Outside Air	
							Use Ventilation or Infiltration cfm, whichever is greater _____ =	500

4. COOLING LOAD SUMMARY - TONS

Type	Sensible	Latent	Total	Multiplier
Internal	15,559.00	8,974.00	24,533.00	
Total	49,354.22	30,734.00	80,088.22	

Tomado de los formatos utilizados por:
Termo Control del Noroeste S.A. De C.V.

2. COOLING LOAD---BTU/HR

Aula 5M-203

SENSIBLE HEAT LOAD								Btu / hr		
Heat Leakage	Sq. Feet	Factors								
Windows-Sunlit										
Glass	88.07	X	60.00			(Table A)=	5,284.20			
Glass	-----	X	-----			(Table A)=	-----			
Skylights	-----	X	50.00			=	-----			
Window-Shaded										
Glass	41.85	X	1.13	X	32.00	T.D. =	1,513.30			
Glass Block	-----	X	0.46	X	-----	T.D. =	-----			
Walls										
Sunlit	118.59	X	4.50			=	533.66			
Shaded	418.02	X	3.00			=	1,255.60			
Interior	253.61	X	3.00			=	761.43			
Ceiling Under										
Flat Roof	541.46	X	12.00			(Table B)=	6,497.52			
Finished Room	-----	X	3.00			=	-----			
Floor Over										
Finished Room	541.46	X	3.60			=	1,949.26			
Basement	-----	X	3.00			=	-----			
Total Heat Leakage							=	17,795.22		
Internal Heat										
Lights	600.00	Watts X	3.40			=	2,040.00			
People	50.00	X	195.00			(Table C)=	9,750.00			
Motors	1.00	Hp X	2,545.00			=	2,545.00			
Motors (Fan)	-----	Hp X	2,545.00			=	-----			
Appliances	-----	X	-----			=	-----			
Projector:	360.00	Watts X	320			=	1,124.00			
	-----	X	-----			=	-----			
Total Internal Sensible							=	15,559.00		
Outside Air	500.00	cfm X	32.00	°F Temp diff X	1.08	=	16,000.00			
Total Sensible Heat Load							=	49,354.22		
LATENT HEAT LOAD										
Internal Heat										
People	50.00	X	155.00			(Table C)=	7,750.00			
A Projector:	560.00	Watts X	320			=	1,224.00			
	-----	X	-----			=	-----			
Total Internal Latent							=	8,974.00		
Outside Air	500.00	cfm X	64.00	gr/lb diff. (Table E) X	0.68	=	21,760.00			
Total Latent Heat Load							=	30,734.00		
TOTAL HEAT LOAD							=	80,088.22	BTU/hr	
							Btu/hr / 12,000 =	6.67	Ton.	

Tomado de los formatos utilizados por:

Termo Control del Noroeste S.A. De C.V.

CALCULATION FORM

District or Distributor _____ Estimator _____ Date _____

Purchaser _____ Address _____

Job Location Aula 5M-204 Space Used For _____

Floor Area: 406.10 sq ft Ceiling Height 9.85 Volume 3,997.05 cu ft

1. SURVEY DATA

Design Conditions				Outside Walls (Sq Ft)			Outside Air Through Conditioner	
Item	Outside	Inside	Difference		Gross Wall	Glass	NetWall	
db	106	74	32	N	154.99	16.79	138.2	Ventilation 30 People x 10 cfm each (Table D)= 300
wb	82			E	253.81	-	-	Infiltration Exhaust Fans 66.62 cfm= 66.62 cfm for 1 air changes/hr=
% rh		50		S	154.99	44.03	110.96	Infiltration cfm total =
gr/lb	124	60	64	W	-	-	-	Outside Air Use Ventilation or Infiltration cfm, whichever is greater = 300
				Interior Walls		253.81	sq ft	

4. COOLING LOAD SUMMARY - TONS

Type	Sensible	Latent	Total	Multiplier
Internal	9,945.40	4,650.00	14,595.40	
Total	31,566.27	17,706.00	49,272.27	

Tomado de los formatos utilizados por:
Termo Control del Noroeste S.A. De C.V.

2. COOLING LOAD---BTU/HR

Aula 5M-204

SENSIBLE HEAT LOAD							Btu / hr		
Heat Leakage	Sq. Feet	Factors							
Windows-Sunlit									
Glass	44.03	X	60.00		(Table A)=	2,641.80			
Glass	-----	X	-----		(Table A)=	-----			
Skylights	-----	X	150.00		=	-----			
Window-Shaded									
Glass	16.79	X	1.13	X	32.00	T.D. =	6 07.13		
Glass Block	-----	X	0.46	X	-----	T.D. =	-----		
Walls									
Sunlit	110.96	X	4.50			=	499.32		
Shaded	392.01	X	3.00			=	1,176.03		
Interior	253.01	X	3.00			=	761.43		
Ceiling Under									
Flat Roof	406.10	X	12.00		(Table B)=	4,873.20			
Finished Room	-----	X	3.00		=	-----			
Floor Over									
Finished Room	406.10	X	3.60			=	1,461.96		
Basement	-----	X	3.00			=	-----		
Total Heat Leakage							=	12,020.87	
Internal Heat									
Lights	456.00	Watts X	3.40			=	1,550.40		
People	30.00	X	195.00		(Table C)=	5,850.00			
Motors	1.00	Hp X	2,545.00		=	2,545.00			
Motors (Fan)	-----	Hp X	2,545.00		=	-----			
Appliances	-----	X	-----		=	-----			
	-----	X	-----		=	-----			
	-----	X	-----		=	-----			
Total Internal Sensible							=	9,945.40	
Outside Air	300.00	cfm X	32.00	°F Temp diff X	1.08	=	9,600.00		
Total Sensible Heat Load							=	31,566.27	
LATENT HEAT LOAD									
Internal Heat									
People	30.00	X	155.00		(Table C)=	4,650.00			
Appliances	-----	X	-----		=	-----			
	-----	X	-----		=	-----			
Total Internal Latent							=	4,650.00	
Outside Air	300.00	cfm X	64.00	gr/lb diff. (Table E) X	0.68	=	13,056.00		
Total Latent Heat Load							=	17,706.00	
TOTAL HEAT LOAD							=	49,272.27	BTU/hr
							Btu/hr / 12,000 =	4.11	Ton.

Tomado de los formatos utilizados por:
Termo Control del Noroeste S.A. De C.V.

CALCULATION FORM

District or Distributor _____ Estimator _____ Date _____

Purchaser _____ Address _____

Job Location Aula 5M 205 Space Used For _____

Floor Area: 406.10 sq ft Ceiling Height 985 Volume 3,997.05 cu ft

1. SURVEY DATA

Design Conditions				Outside Walls (Sq Ft)			Outside Air Through Conditioner	
Item	Outside	Inside	Difference		Gross Wall	Glass	NetWall	
				N	154.99	16.79	138.2	Ventilation 30 People x 10 cfm each (Table D)= 300
db	106	74	32	E	-	-	-	Infiltration Exhaust Fans <u>66.62</u> cfm= 66.62
wb	82			S	154.99	44.03	110.96	cfm for <u>1</u> air changes/hr= Infiltration cfm total _____ =
% rh		50		W	-	-	-	Outside Air Use Ventilation or Infiltration cfm, whichever is greater _____ = 300
gr/lb	124	60	64	Interior Walls 507.62 sq ft				

4. COOLING LOAD SUMMARY - TONS

Type	Sensible	Latent	Total	Multiplier
Internal	9,945.40	4,650.00	14,595.40	
Total	32,327.70	17,706.00	50,033.70	

Tomado de los formatos utilizados por:
Termo Control del Noroeste S.A. De C.V.

2. COOLING LOAD---BTU/HR

Aula 5M-205

SENSIBLE HEAT LOAD							Btu / hr		
Heat Leakage	Sq. Feet	Factors							
Windows-Sunlit									
Glass	44.03	X	60.00		(Table A)=	2,641.80			
Glass		X			(Table A)=				
Skylights		X	15.00		=				
Window-Shaded									
Glass	16.79	X	1.13	X	32.00	T.D. =	607.13		
Glass Block		X	0.46	X		T.D. =			
Walls									
Sunlit	110.96	X	4.50			=	499.32		
Shaded	592.01	X	3.00			=	1,776.03		
Interior	507.02	X	3.00			=	1,521.06		
Ceiling Under									
Flat Roof	406.10	X	12.00		(Table B)=	4,873.20			
Finished Room		X	3.00		=				
Floor Over									
Finished Room	406.10	X	3.60		=	1,461.96			
Basement		X	3.00		=				
Total Heat Leakage							=	12,782.30	
Internal Heat									
Lights	456.00	Watts X	3.40			=	1,550.40		
People	30.00	X	195.00		(Table C)=	5,850.00			
Motors	1.00	Hp X	2,545.00		=	2,545.00			
Motors (Fan)		Hp X	2,545.00		=				
Appliances		X			=				
		X			=				
		X			=				
Total Internal Sensible							=	9,945.40	
Outside Air	300.00	cfm X	32.00	°F Temp diff X	1.06	=	9,600.00		
Total Sensible Heat Load							=	32,327.70	
LATENT HEAT LOAD									
Internal Heat									
People	30.00	X	155.00		(Table C)=	4,650.00			
Appliances		X			=				
		X			=				
Total Internal Latent							=	4,650.00	
Outside Air	300.00	cfm X	64.00	gr/lb diff. (Table E) X	0.66	=	13,056.00		
Total Latent Heat Load							=	17,706.00	
TOTAL HEAT LOAD							=	50,033.70	BTU/hr
							Btu/hr / 12,000 =	4.17	Ton.

Tomado de los formatos utilizados por:
Termo Control del Noroeste S.A. De C.V.

CALCULATION FORM

District or Distributor _____ Estimator _____ Date _____

Purchaser _____ Address _____

Job Location Aula 5M-206 Space Used For _____

Floor Area: 541.46 sq ft; Ceiling Height 9.85 Volume 5,329.41 cu ft

1. SURVEY DATA

Design Conditions				Outside Walls (Sq Ft)			Outside Air Through Conditioner	
Item	Outside	Inside	Difference		Gross Wall	Glass	NetWall	
db	106	74	32	N	206.66	41.85	164.81	50 People x 10 cfm each (Table D)= 500
wb	82			E	-	-	-	Infiltration
% rh		50		S	206.66	88.07	118.59	Exhaust Fans <u>88.82</u> cfm= 88.82
gr/lb	124	60	64	W	253.81		253.81	cfm for <u>1</u> air changes/hr=
				Interior Walls 253.81 sq ft			Infiltration cfm total _____ =	
							Outside Air	
							Use Ventilation or infiltration cfm, whichever is greater _____ = 500	

4. COOLING LOAD SUMMARY - TONS

Type	Sensible	Latent	Total	Multiplier
Internal	14,335.00	7,750.00	22,085.00	
Total	45,803.71	29,510.00	75,313.71	

Tomado de los formatos utilizados por:
Termo Control del Noroeste S.A. De C.V.

2. COOLING LOAD---BTU/HR

Aula 5M-206

SENSIBLE HEAT LOAD							
Heat Leakage	Sq. Feet	Factors			Btu / hr		
Windows-Sunlit							
Glass	88.07	X	60.00		(Table A)=	5,284.20	
Glass	-----	X	-----		(Table A)=	-----	
Skylights	-----	X	150.00		=	-----	
Window-Shaded							
Glass	41.85	X	1.13	X	32.00	T.D. =	1,513.30
Glass Block	-----	X	0.46	X	-----	T.D. =	-----
Walls							
Sunlit	372.41	X	4.50			=	1,675.85
Shaded	104.02	X	3.00			=	494.46
Interior	203.01	X	3.00			=	781.43
Ceiling Under							
Flat Roof	541.46	X	7.00		(Table B)=	3,790.22	
Finished Room	-----	X	3.00		=	-----	
Floor Over							
Finished Room	541.46	X	3.60		=	1,949.26	
Basement	-----	X	3.00		=	-----	
Total Heat Leakage						=	15,468.71
Internal Heat							
Lights	600.00	Watts X	3.40			=	2,040.00
People	50.00	X	195.00		(Table C)=	9,750.00	
Motors	1.00	Hp X	2,345.00		=	2,345.00	
Motors (Fan)	-----	Hp X	2,545.00		=	-----	
Appliances	-----	X	-----		=	-----	
	-----	X	-----		=	-----	
	-----	X	-----		=	-----	
Total Internal Sensible						=	14,335.00
Outside Air	500.00	cfm X	32.00	°F Temp diff X	1.08	=	16,000.00
Total Sensible Heat Load						=	45,803.71
LATENT HEAT LOAD							
Internal Heat							
People	50.00	X	155.00		(Table C)=	7,750.00	
Appliances	-----	X	-----		=	-----	
	-----	X	-----		=	-----	
Total Internal Latent						=	7,750.00
Outside Air	500.00	cfm X	64.00	gr/lb diff. (Table E) X	0.68	=	21,760.00
Total Latent Heat Load						=	29,510.00
TOTAL HEAT LOAD						=	75,313.71 BTU/hr
						Btu/hr / 12,000 =	6.28 Ton.

Tomado de los formatos utilizados por:
Termo Control del Noroeste S.A. De C.V.

CALCULATION FORM

District or Distributor _____ Estimator _____ Date _____
 Purchaser _____ Address _____
 Job Location Cubículos Space Used For _____
 Floor Area: 1645.60 sq ft; Ceiling Height 9.68 Volume 15,926.46 cu ft

1. SURVEY DATA

Design Conditions				Outside Walls (Sq Ft)			Outside Air Through Conditioner	
Item	Outside	Inside	Difference	Gross Wall	Glass	NetWall	Ventilation	
db	106	74	32	N 617.6	112.17	505.43	30 People x 10 cfm each (Table D)=	300
wb	82			E 249.60	-	-	Infiltration	
% rh		50		S 617.6	212.26	405.34	Exhaust Fans <u>265.44</u> cfm=	265.44
gr/lb	124	60	64	W 249.6	-	-	cfm for <u>1</u> air changes/hr=	
				Interior Walls _____ sq ft			Infiltration cfm total _____ =	
							Outside Air	
							Use Ventilation or Infiltration cfm, whichever is greater _____ =	300

4. COOLING LOAD SUMMARY - TONS

Type	Sensible	Latent	Total	Multiplier
Internal	52,076.20	42,050.00	94,128.20	
Total	69,606.39	55,106.00	144,712.39	

Tomado de los formatos utilizados por:
 Termo Control del Noroeste S.A. De C.V.

2. COOLING LOAD---BTU/HR

Cubiculos

SENSIBLE HEAT LOAD							Btu / hr		
Heat Leakage	Sq. Feet	Factors							
Windows-Sunlit									
Glass	212.26	X	60.00			(Table A)=	12,735.60		
Glass		X				(Table A)=			
Skylights		X	150.00			=			
Window-Shaded									
Glass	112.17	X	1.13	X	32.00	T.D. =	4,056.07		
Glass Block		X	0.46	X		T.D. =			
Walls									
Sunlit	654.95	X	4.50			=	2,947.28		
Shaded	705.03	X	3.00			=	2,265.09		
Interior		X	3.00			=			
Ceiling Under									
Flat Roof		X				(Table B)=			
Finished Room	1,045.00	X	3.60			=	5,924.16		
Floor Over									
Finished Room		X	3.60			=			
Basement		X	3.00			=			
Total Heat Leakage							=	27,928.19	
Internal Heat									
Lights	1,848.00	Watts X	3.40			=	6,283.20		
People	30.00	X	195.00			(Table C)=	5,850.00		
Motors	1.00	Hp X	2,545.00			=	2,545.00		
Motors (Fan)		Hp X	2,545.00			=			
Appliances		X				=			
Computadoras	11,000.00	Watts X	3.40			=	37,400.00		
		X				=			
Total Internal Sensible							=	52,078.20	
Outside Air	300.00	cfm X	32.00	*F Temp diff X	1.08	=	9,600.00		
Total Sensible Heat Load							=	89,606.39	
LATENT HEAT LOAD									
Internal Heat									
People	30.00	X	155.00			(Table C)=	4,650.00		
Computadoras	11,000.00	Watts X	3.40			=	37,400.00		
		X				=			
Total Internal Latent							=	42,050.00	
Outside Air	300.00	cfm X	64.00	gr/lb diff. (Table E) X	0.68	=	13,056.00		
Total Latent Heat Load							=	55,106.00	
TOTAL HEAT LOAD							=	144,712.39	BTU/hr
							Btu/hr / 12,000 =	12.06	Ton.

Tomado de los formatos utilizados por:
Termo Control del Noroeste S.A. De C.V.

ANEXO V. INVENTARIO DEL EDIFICIO 5M

Ubicación	Lámparas		Computadora	Refrig.	Refr. Central	Televisión		Proyector		Cafetera	Total
	Watts/hora por unidad→										
Cubículos	8	32	10	0	1	0	0	0	0	0	19,448
Aula 103	4	4	2	1	0	0	0	0	0	0	7,496
Baños	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	312
Pasillo Planta Baja	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	546
Aula 201	6	0	0	2	0	1	0	1	0	1	11,632
Aula 202	8	0	0	2	0	0	1	0	1	1	11,860
Aula 203	8	0	0	2	0	0	0	0	1	0	10,640
Aula 204	4	4	0	1	0	0	0	0	0	0	5,296
Aula 205	4	4	0	1	0	0	0	0	0	0	5,296
Aula 206	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	10,280
Pasillo Planta Alta	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	624
Total Unidades	50	82	12	11	1	1	1	1	2	2	-
Total Watts/hora	3,750	3,198	13,200	53,240	6,600	112	130	300	720	2,180	83,430

Tabla 7.- Inventario del Edificio 5M

Datos en **Negrita** son Watts/hora

Datos en *Cursiva* son Unidades de cada equipo.

Ejemplo: Los cubículos tienen 8 lámparas de 75 Watts.

FUENTES DE INFORMACIÓN• **LIBROS, REVISTAS Y FOLLETOS**

- Velázquez Contreras, Luis E., Munguía Vega, Nora E., Romo Salazar, Miguel A. (1999).
European Journal of Engineering Education
 "Education for Sustainable Development (The Engineer of the 21st Century). Vol. 24, No. 4.
- Pol, E., Vidal, T., Valera, S., López, R. (1997).
Revista de Psicología Social Aplicada
 Editor: Sociedad Valenciana de Psicología Social. Vol.7, Números 2 y 3.
- Corral Verdugo, V.(1998)
Estudios de Psicología Ambiental en América Latina
 Capítulo V. Aportes de la Psicología Ambiental en pro de una conducta ecológica responsable.
- Amérigo, M., González, A.
Interpretación Social y Gestión del Entorno:
 Aproximaciones desde la Psicología Ambiental -Tomo I
 Sección: Actitudes proambientales en la población escolar
 Editor: Secretariado de Publicaciones - Universidad de la Laguna
- Corraliza, J., Berenguer, J., Muñoz, M.D., Oceja, L.
Interpretación Social y Gestión del Entorno:
 Aproximaciones desde la Psicología Ambiental -Tomo I
 Sección: Supuestos explicativos del comportamiento en relación con los recursos naturales. El caso del ahorro energético.
 Editor: Secretariado de Publicaciones - Universidad de la Laguna
- Field, Barry. (Colombia, 1995),
Economía Ambiental
 Editorial Me Graw-Hill
- Creighton, Sarah H. (1998).
Greening the Ivory Tower
 MIT Press.
- Brundtland, Gro.H. (1987)
Our Common Future
 Oxford, Oxford University Press.
- Folleto: *Elementos Básicos de un Diagnóstico Energético Orientado a la Aplicación de un Programa de Ahorro de Energía.* Fidecomiso de Apoyo al Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico -FIDE-
- Folleto: *La Medición en el Diagnóstico Energético.* Fidecomiso de Apoyo al Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico -FIDE-

Alarcón Creus, J. (1992).
Tratado Práctico de Refrigeración Automática.
 Ed. Alfaomega-Marcombo. 11ª Edición.

Dossat, R. J. (1994).
Principios de Refrigeración
 Ed. CECSA. 14ª Impresión.

ASHRAE Handbook.
 1981 Fundamentals
 Ed. American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Inc.

• PÁGINAS DE INTERNET

Lukman, R., Secretary General, OPEC. (Tokyo, Japan. 2nd March 1999).
The Global Impact of the Oil Price Decline to the 2nd Seminar on Energy Security Linkage
 between Asia and the Middle East,
Página WEB.- http://www.opec.org/193.81.181.14/xxx1/global_impact_of_the_oil_price_d.htm

Lukman, R., Secretary General, OPEC. (Madrid, Spain. February 1999).
OPEC beyond the Year 2000 to the Spanish Petroleum Club.
Página WEB.- http://www.opec.org/193.81.181.14/xxx1/opec_beyond_the_year_2000.htm

Energy Matters, 1998.
Página WEB.- <http://library.thinkquest.org/20331/history/mideast.html>

Secretaría de Energía: Prospectiva del Sector Eléctrico (1997-2006)
Página WEB.- <http://www.energia.gob.mx/publicaciones/frame12.html>
Página WEB.- <http://web.energia.gob.mx/secc1/pse97ind.html>

Comisión Federal de Electricidad (CFE)
Página WEB.- <http://www.cfe.gob.mx/>

"P2000 Pollution Prevention Program" de la Universidad de Michigan.
Página WEB.- <http://www.p2000.umich.edu/>

• ENTREVISTAS

Entrevista directa con Ing. Arturo Morales, Departamento de Conservación y Mantenimiento de la Universidad de Sonora (Febrero del 2000)

Entrevista directa con Ing. Leobardo Ibarra Hoyos, Responsable del Departamento de Medición y Servicios de Comisión Federal de Electricidad, Hermosillo. (Febrero del 2000)

Entrevista directa con Ing. Fernando Escalante Garza, Termo-Control del Noroeste S.A. de C.V. Hermosillo. (Junio del 2000)