

USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELECTRICA EN EDIFICIOS PÚBLICOS. EL CASO DEL BLOQUE I DE LA FEG-UNESP.

Diaz Cristian J. (1); Czajkowski Jorge D. (2); Carrocci Luiz R. (3)

(1 y 2) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata - La Plata, Buenos Aires. E-mail: diazcristian007@yahoo.com.ar; czajko@gmail.com

(3) Facultad de Ingeniería de Guaratinguetá, Universidad Estatal Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Guaratinguetá, San Pablo. E-mail: carroci@feg.unesp.br

RESUMEN.

El presente trabajo discute el alto consumo de energía eléctrica para lograr el confort en edificios públicos en Brasil. Se muestran resultados del comportamiento térmico en condiciones reales de uso, la importancia del ahorro energético en el sector construcción y su posible factibilidad de aplicación de mejoras en edificios públicos ya construidos en climas cálidos. Se proponen alternativas de mejoras al Bloque I de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Estado de San Pablo - FEG-UNESP con el objetivo principal de producir ahorro energético en aire acondicionado, mejorar la iluminación natural de los diferentes ambientes y se discute su viabilidad económica. Se plantea como hipótesis general que la implementación de medidas de ahorro y uso eficiente de la energía en edificios públicos para climas templados cálidos permitiría mejorar significativamente su comportamiento ambiental con amortización a corto y mediano plazo.

Palabras clave: Ahorro y uso eficiente de la energía, confort térmico, edificios públicos.

ABSTRACT.

The current work talks about the high electric power consumption to get the comfort in Brazilian public buildings. Results of the thermal behavior are shown under real conditions of use, the importance of the energy saving in the construction sector and its possible application feasibility of improvements in public buildings already built in warm climates. It proposes alternatives of improvements to the Block I of the Engineering College of the National University of San Pablo's State - FEG-UNESP with the main objective of producing energy saving in air conditioning, to improve the natural illumination of the different atmospheres and it discusses the economic viability. It thinks about the implementation of saving measures and efficient use of the energy in public buildings for warm temperate climates as general hypothesis. It would make possible to a significantly improve of its environmental behavior with paying-off to short and medium term.

Keywords: Save and efficient use of the energy, thermal comfort, publics building.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo formo parte de una beca otorgada por la Cátedra Memorial de América Latina con sede en el estado de San Pablo, Brasil, la cual entre otras actividades, cumple el papel de captar investigaciones concernientes a las cuestiones energéticas en Latinoamérica e incentivar el intercambio de conocimiento y su posterior divulgación, a los interesados en temas del área de la energía y la sociedad en su conjunto. Brasil es un país que cuenta con un gran potencial en la generación de energía, principalmente la hidroeléctrica (Vichi, F M. y Freire de Mello, L., 2004).

En lo que se refiere al consumo de energía eléctrica – EE en los principales sectores consumidores de los últimos años, pueden sintetizarse de la forma que se muestra en la Figura 1. De acuerdo a lo que se muestra en esta figura, es interesante analizar porque en el sector residencial hubo una baja considerable en el consumo de energía. Para responder a esto, tendríamos que remontarnos al contexto

que desencadenó la crisis energética del año 2001 que obedeció a la combinación de dos factores; por un lado, la insuficiencia del parque generador y de la red de transporte consecuencia de la escasez de inversiones tanto de origen público como privado (nótese que el proceso de privatización era muy incipiente) y, por otro, a la excesiva participación de la energía de origen hidráulico. Esta situación se puso de manifiesto en el momento que Brasil sufrió la peor sequía de los últimos años, lo que llevó al colapso y al desabastecimiento energético. Como era de esperar la crisis obligó a poner en práctica un racionamiento en el uso de energía eléctrica, tanto en el sector residencial como en el industrial y comercial. El programa de racionamiento impuesto por el Gobierno Federal en mayo de 2001 consiguió ampliamente sus objetivos y así, en relación con el año 2000, el consumo eléctrico del conjunto de la economía se redujo en un 7,7%. Especial impacto tuvo en el sector residencial donde el consumo disminuyó hasta un 11,8%. (Zauzua, B. F.; 2003).

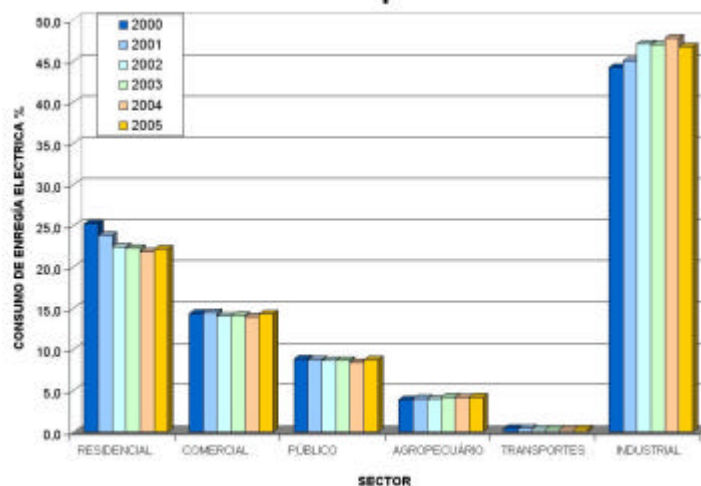


Figura 1 - Porcentaje de consumo EE en Brasil, en diferentes sectores. (Fuente: Balance Energético Nacional).

Ante estos problemas es importante comprender que el uso eficiente de la energía es una de las principales metas de la arquitectura sustentable, aunque no la única, los arquitectos e ingenieros utilizan diversas técnicas para reducir las necesidades energéticas de edificios y para aumentar su capacidad de capturar o de generar su propia energía. Un edificio energéticamente eficiente es aquel que minimiza el uso de las energías convencionales (en particular la energía no renovable), a fin de ahorrar y hacer un uso racional de la energía. Tanto la tecnología disponible, como los hábitos responsables, hacen posible un menor consumo de energía, mejorando la competitividad de las empresas y la calidad de vida.

Esto puede conseguirse mediante una serie de estrategias, como la que se detallan a continuación:

- aislamiento térmico en la envolvente (muros, techos y ventanas).
- reducción de las pérdidas de calor por infiltración en invierno.
- adecuada orientación del edificio.
- permitir la entrada del sol en invierno o evitar sombras arrojadas por otros edificios.
- evitar el ingreso del sol en verano o diseñar protecciones solares (fijas, móviles, naturales).
- utilizar sistemas de calefacción y aire acondicionado eficientes a partir de utilización de etiquetas (Brasil es un país avanzado en el tema concerniente al etiquetado de diferentes productos dentro de Latinoamérica). (Hinrichs, R. A., 2004)
- en azoteas como regla duplicar el espesor del aislamiento térmico y buscar incorporar elementos que den sombra.
- utilizar iluminación eficiente mediante el uso de lámparas de bajo consumo.

Para lograr que estas estrategias se vean trasladadas en la edificación era necesario crear normas y códigos de eficiencia energética, por esto en los años '70 cuando ocurrió la primera gran crisis del petróleo la mayoría de los países desarrollados establecieron un control de la eficiencia energética edilicia en particular en países como Suecia, Alemania, Inglaterra y Francia, además implementaron

políticas activas para el ahorro de energía en edificios. Otros países con clima más moderado y no tan energo-dependientes como España e Italia establecieron normas de calidad térmica edilicia con estándares bastante más bajos. Entre los países de Latinoamérica como Argentina, Chile, México y Brasil crearon las primeras normas a mediados de los años '70.

Ante este panorama vemos la necesidad de no solo hacer una arquitectura sustentable en edificios nuevos, sino también mostrar el alto consumo en los edificios ya construidos y su posible factibilidad de ahorro energético en el desarrollo de mejoras. Para demostrar esta hipótesis tomamos como el Bloque I del FEG-UNESP de la ciudad de Guaratinguetá. (Figura 2).



Figura 2 - Imágenes de las distintas fachadas del Bloque I del FEG – UNESP.

El edificio en estudio se encuentra implantado en la ciudad de Guaratinguetá, localizada en la latitud - 22,45 S y longitud 49,11 W, a 539 msnm, y con una población de 103.433 hab., cuenta de acuerdo a la división climática del país con un clima *Tropical Atlántico* (Figura 3).

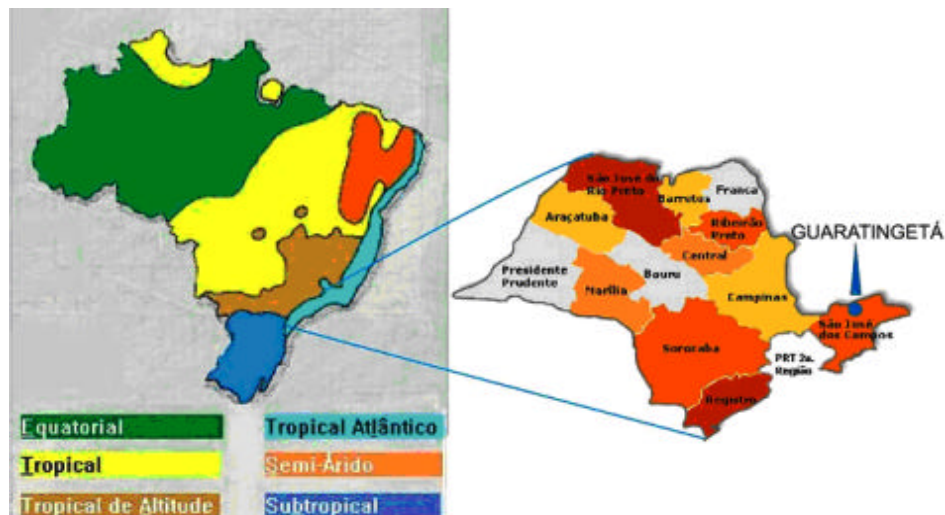


Figura 3 - División climática de Brasil y localización de la ciudad de Guratinguetá en el Estado de San Pablo.
(Fuente: LabEEE. Universidad Federal de Santa Catarina -UFSC).

Este clima es característico de las regiones litorreñas de Brasil, donde las temperaturas medias varían entre 18°C y 26°C. Las lluvias son abundantes (1200 mm/año), concentrándose en verano para las regiones mas al sur y en invierno y otoño para las regiones de latitudes mas bajas. La amplitud térmica varia entre regiones, más al norte, la semejanza entre las estaciones de invierno y verano (diferenciadas apenas por la presencia de lluvia, más constante en invierno) resulta en bajas amplitudes térmicas a lo largo del año. De acuerdo a latitudes en aumento, crece también la amplitud térmica anual, diferenciando bien las estaciones.

2. INSTRUMENTOS, MÉTODOS Y TÉCNICAS.

2.1 Características del Bloque I.

El edificio en estudio fue construido en la década del '70, con el objetivo de complementar varios programas en déficit de la facultad de ingeniería, como ser oficinas, laboratorios, aulas, investigación y postgrado.

Se llevo a cabo un relevamiento al Bloque I (Figura 4), se pudo observar que éste fue construido sin una preocupación en aplicar elementos que bloqueasen la insolación dentro de los espacios internos como puede ser parasoles, brise-soleil o un diseño de los espacios exteriores con vegetación de árboles perennes que protejan el edificio. Se pudo observar que el predio recibe una excesiva insolación principalmente en la fachada nordeste que posee ventanas de grandes dimensiones, cubriendo el 50% de la fachada y donde están localizadas las aulas. La envolvente (ladrillo macizo en planta baja y bloque cerámico en planta alta), sin ningún tipo de aislación térmica y la gran superficie vidriada, poco colaboran para la disminución de la temperatura interna de los ambientes, a su vez aumentada por el tipo de actividad desarrollada en los ambientes, provocan un aumento de la carga térmica, comprometiendo el confort de los ambientes interiores, recurriendo al uso excesivo de aire acondicionado. (Alves de Oliveira L.; 2003). El edificio estudiado presente características propias debido a la elevada inercia térmica que, juntamente con el tipo de actividad desarrollada en los ambientes, provocan un aumento de la carga térmica, comprometiendo el confort de los ambientes interiores, recurriendo para lograr éste el uso excesivo de aire acondicionado.



Figura 4 - Planta de arquitectura del primer y segundo piso correspondiente al Bloque I de la FEG-UNESP.

Los ambientes “grisados” corresponden a los locales auditados (Figura 4) en la primera planta el Laboratorio de CNC (Local 22), Laboratorio de mecánica de precisión (Local 19), y los del segundo piso son la Sala de Profesores -1, Sala de Profesores – 3 y Aula de Alumnos de postgrado. Los horarios de ocupación del edificio varían de acuerdo a las actividades desarrolladas en cada ambiente entre una banda horaria que oscila entre 08:00 a 22:00 horas de lunes a viernes (Tabla 1).

Tabla 1 – Horarios de uso de los diferentes ambientes del Bloque I.

Oficinas administrativas	08:00 a 18:00 hs.
Laboratorios	08:00 a 20:00 hs.
Salas de investigadores	08:00 a 17:00 hs.
Aulas	08:00 a 22:00 hs.

2.2 Estudio energético.

Los datos obtenidos de las mediciones a los diferentes ambientes auditados fueron volcados en una carta psicrométrica, con la zona de confort propuesta por Givoni, a la cual también se le incorporaron los datos del clima exterior con el objeto de poder analizar la situación de confort interior para cada ambiente. Para el análisis del edificio se realizó una auditoria energética, la cual estaba constituida por una encuesta a los usuarios del bloque, como ser profesores, alumnos y personal administrativo, acompañada por mediciones realizadas con mini-adquisidores de datos tipo HOBO por un lapso de

cuatro días corridos y con una frecuencia de 2,5 minutos. Para los datos del exterior se tomaron los valores climáticos del Centro de Previsión del Tiempo y Estudios Climáticos - CPTEC, cedido por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales – INPE. También se relevaron las características de los equipos instalados de aire acondicionado, los cuales en su totalidad corresponden a equipos individuales tipo ventana (Tabla 2).

Tabla 2 - Demanda de equipos de aire acondicionado de los ambientes en estado actual.

Ambiente	Carga Térmica (W)	Carga Térmica (TR)	Carga Térmica (Btu/h)	Aparato de AC elegido (Spinger Carrier)	Consumo total (Watts)
Sala de Profesor - 1	9461,2	2,7	32400	Modelo Innovare – DCA185D 2 x 18000	4176
Sala de Profesor – 2	6930,9	2	24000	Modelo Innovare – BCD128D 2x12300	2708
Laboratorio de Mecánica de Precisión	29857,9	8,6	103200	Modelo Mundial – YCD305D 3x30000 Modelo Innovare – DCA155D 1x15000	10740
Aula de Alumnos Postgrado	23737,9	6,8	81600	Modelo Mundial – YCD305D 3x30000	8910
Laboratorio CNC	9179,96	5,5	66000	Modelo Mundial – YCD305D 2x30000 Modelo Innovare – RCA078D 1x7500	7200

De acuerdo a las mediciones se observa en la Figura 5 que la temperatura del interior se encuentra en peores condiciones que la media del exterior, una explicación para esto es la alta inercia térmica de la envolvente y, la incidencia de la radiación directa por el cerramiento vidriado, produciendo un efecto invernadero en los diferentes locales, a su vez aumentado por la imposibilidad de ventilación cruzada.

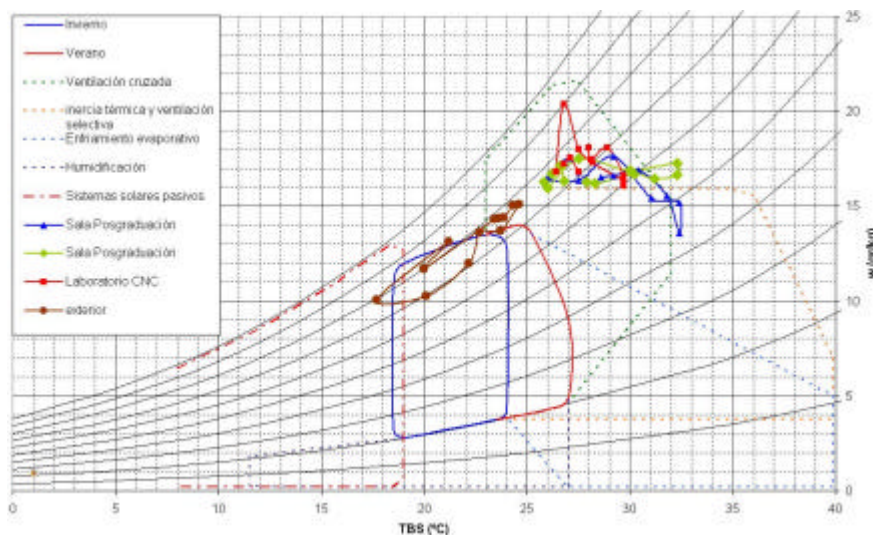


Figura 5 – Psicrómetro de verano con datos auditados del FEG-UNESP y exterior de Guaratinguetá.

Para el caso del invierno (Figura 6), se puede observar que el comportamiento térmico de los locales medidos tiene similitudes a las características climáticas de la ciudad, con lo cual afirma la hipótesis anterior. Pero esto nos permite ver que para esta época del año las condiciones climáticas interiores se encuentra en la zona de confort, permitiendo que la simple abertura de ventanas logren un ambiente confortable para los usuarios, con lo cual, consideramos que las alternativas de mejoras deben estar centradas a mejorar las condiciones interiores para el periodo de verano ya que es la situación de confort más desfavorable.

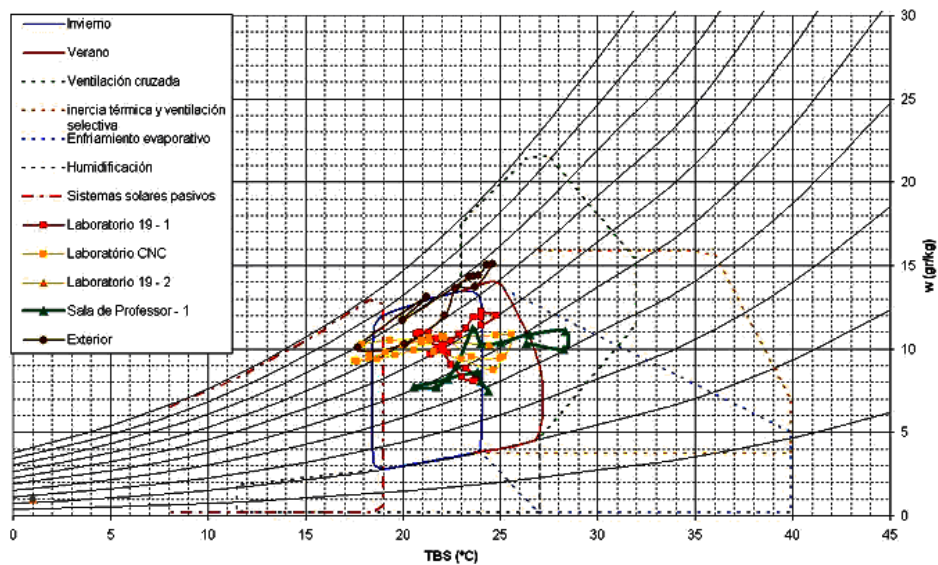


Figura 6 – Psicrómetro de invierno con datos auditados del FEG-UNESP y exterior de Guaratinguetá.

A través de los gráficos se observa que todavía la inercia térmica dificulta el cambio de calor en el predio, retardando su calentamiento en el periodo de la mañana y su refrescamiento al final del día. Esta situación se agrava en verano, cuando las temperaturas internas permanecen elevadas después que la temperatura empieza a disminuir. Ya en invierno, la alta inercia térmica es benéfica a los ambientes, pues mantienen las temperaturas internas siempre mayores que la temperatura externa, evitando el posible refrescamiento de los ambientes.

3. BALANCES Y AHORRO ENERGÉTICO.

Para la realización de los balances térmicos se adoptaron la temperatura interior de confort en base 25°C, y para el caso de las pérdidas de calor por infiltración se adoptó 1,2 renovaciones de aire, estos valores están extraídos de la Norma ABNT/NB-10 (1978) de Aire Acondicionado. Para la carga térmica sensible y latente por ocupación, se utilizó los valores de acuerdo a la actividad desarrollada en cada local. Se calculó con el programa Radiac 2.0 (Czajkowski, J.; 1999) la carga térmica para la radiación directa, difusa y reflejada del sol para la latitud de -22,45° S, correspondiente a la ciudad en estudio. Esto se realizó para cada elemento de la envolvente, permitiendo calcular con mayor precisión la incidencia de esta variable, ya que se considera para estas latitudes uno de los datos más influyentes a tener en cuenta en el diseño (Tabla 3).

Tabla 3 - Radiación solar horaria en W/m² para las diferentes orientaciones del Bloque I de la FEG-UNESP

ORIENTACIÓN	DIRECTA	DIFUSA	REFLEJADA	TOTAL (W/m ² día)
NO	1149	1511	667	3627
NE	1149	1511	667	3627
SO	1292	1511	667	3469
SE	1292	1511	667	3469

Se calcularon los diferentes transmitancias térmicas para cada elemento de la envolvente de los ambientes auditados (Tabla 4).

Tabla 4 - Valores de transmitancia térmica para cada elemento de la envolvente

Elemento de la envolvente	Transmitancia térmica
Muro exterior PB (ladrillo macizo – e:30cm)	1,95 W/m ² °K
Muro exterior PA (Ladrillo hueco cerámico – e:18cm)	2,53 W/m ² °K
Muro interior (Ladrillo hueco cerámico – e:10cm)	2,55 W/m ² °K

Entrepiso (H° A°)	3,12 W/m ² °K
Cubierta de chapa con aislación y cielorraso	0,48 W/m ² °K

Para el cálculo de la ganancia directa de los cerramientos opacos se adopto el procedimiento explicado por Barros, A.; Shiffer, S. (1988), denominado *protección solar de paredes opacas*, donde calcula la intensidad de flujo térmico (q) que atraviesa una pared, por efecto de la radiación solar incidente y la diferencia de temperatura del aire. La fórmula se encuentra expresada por la eq.1.

$$q = K \left(t_e + \frac{a \times I_g}{h_e} - t_i \right) \quad [W / m^2] \quad (\text{eq. 1})$$

Donde: K = coeficiente global de transmitancia térmica $[W / m^2 \text{ } ^\circ K]$,

t_e – temperatura del aire exterior $[^\circ C]$,

a – coeficiente de absorción de la radiación,

I_g – intensidad de radiación solar incidente global $[W / m^2]$,

h_e – coeficiente de conductancia térmica superficial externa $[W / m^2 \text{ } ^\circ K]$,

t_i – temperatura de aire interno $[^\circ C]$.

En la Tabla 5 muestra los resultados obtenidos del cálculo de las distintas fachadas, la cual denominaremos con DAC y sin DAC, para hacernos referencia a la fachada con y sin mejoras respectivamente en protección solar, a estos valores se los multiplico por el área del cerramiento con lo cual se obtiene como resultado la intensidad del flujo térmico expresado en W/°K.

Tabla 5 – Resultados intensidad del flujo térmico de los cerramientos opacos para las diferentes orientaciones.

	Sin DAC	Ambiente auditado	Con DAC
SE	366,9 W/°K	Sala de Profesor - 1	250,6 W/°K
NE	175 W/°K	Sala de Profesor - 2	119 W/°K
NE	1074,3 W/°K	Laboratorio Mecánica de Precisión	732,9 W/°K
NO	839,17 W/°K		584 W/°K
NE	312,3 W/°K	Sala de Alumnos de Postgrado	213 W/°K
NO	888,3 W/°K		619 W/°K

La Tabla 6 se muestra los resultados obtenidos de los balances térmicos de verano, para los diferentes ambientes auditados.

Tabla 6 - Resultados de balances térmicos para cada ambiente auditado en condición actual.

	Sala de Prof. - 1	Sala de Prof. - 2	Labor. Mecánica de Precisión	Aula Alumnos Posgrado	Laboratorio de CNC
Estado actual	9462,2 W	6930,9 W	29857,9 W	23737,9 W	19179,96 W

4. ANALISIS Y RESULTADOS

De acuerdo a los estudios realizados quedo demostrado que la mayor incidencia en el gasto energético es producido por los aires acondicionados para lograr el confort, producto en su mayor parte de las ganancias directas por radiación solar sobre las fachadas. Esto consecuencia de que las ventanas cubren más del 50% de las fachadas, con lo cual la incidencia de la radiación directa es significativa llegando a acumular en la cara más expuesta (NE-NO) una radiación global de 3627 W/m² día, este valor incluye la radiación directa, difusa y reflejada sobre el plano, por lo tanto la factibilidad de mejorar estos elementos es la mas viable. En segunda medida dadas las condiciones de ser un edificio público, la opción de mejorar el aislamiento térmico de los muros elevaría significativamente el costo de inversión, y la hipótesis de su posterior retorno en el ahorro de energía producida por el aire acondicionado e iluminación se vería afectada.

Las condiciones particulares en la que se encuentra el edificio auditado, lleva a que sea muy difícil un rediseño que prevea el uso del refrescamiento pasivo para todos los locales, esto es debido a sus veranos de clima muy denso y cálido, lo que acompañado con un deficiente diseño como respuesta al sitio, genera una gran acumulación de calor en su interior, aumentada a su vez por la iluminación artificial, equipamiento, personas, entre otros, llevando necesariamente al uso de sistemas activos como el aire acondicionado para una gran parte del año.

En la Figura 7 se muestra las fachadas con la protección solar diseñada y el asoleamiento de verano para el caso de la sala de alumnos de postgrado, sin y con parasoles (Figura 8), donde podemos observar como el diseño de los parasoles permiten reducir notablemente el ingreso de la radiación directa.

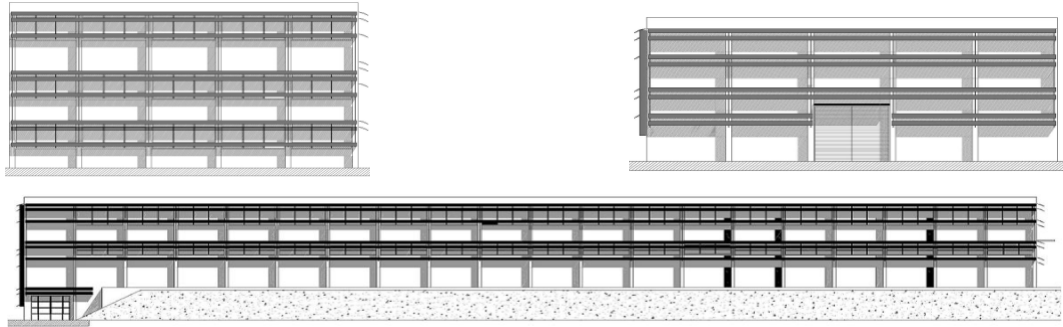


Figura 7 - Fachadas del Boque I de la FEG-UNESP, con diseño de parasoles.

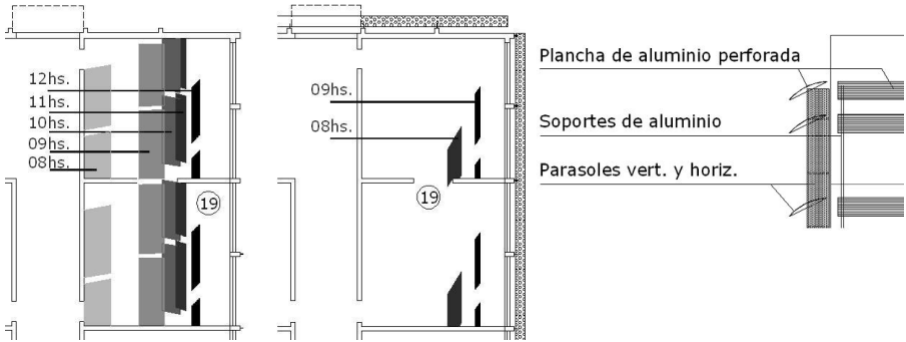


Figura 8 - Asoleamiento de verano en el Laboratorio de Mecánica de Presición sin y con parasoles respectivamente. Detalle de parasol con sus componentes.

Una vez realizado estas mejoras, se calcularon nuevamente los balances térmicos para cada ambiente de los cuales obtuvimos las siguientes mejoras (Tabla 7):

Tabla 7 - Resultados de balances térmicos para cada ambiente auditado.

	Sala de Prof. - 1	Sala de Prof. - 2	Labor. Mecánica de Precisión	Aula Alumnos Posgrado	Laboratorio de CNC
Sin propuestas de mejoras	9462,2 W	6930,9 W	29857,9 W	23737,9 W	19179,96 W
Con propuestas de mejoras	5779,2 W	4915,1 W	27171,3 W	21171,5	17924,4 W
Diferencia	3682 W	2015,8 W	2686.6 W	2566,4 W	1255,56 W

En la Figura 9 se muestra que los mayores ahorros se producen en la sala de Prof. Baptista Antunes (Sala de Profesor – 1) con un 38,5% y la del Prof. Crnkovic (Sala de Profesor - 2) con un ahorro del 30% la cual se encuentran orientada la mayor parte vidriada de los ambientes al SE y NE respectivamente. Luego le siguen los locales del Laboratorio de Mecánica de Precisión con un 13% y la Aula de Alumnos de Postgrado con un 11,8% orientados ambos al NE y con mayor superficie vidriada que los locales anteriores, por último el Laboratorio de CNC con un ahorro de 7,44% para el

cual solo se considero la incidencia de sombras por la vegetación circundante ya que se encuentra en directa relación al patio conformado entre los bloques I y II. Estos ahorros demuestran en primera medida que las propuestas de mejora al edificio dio un resultado significativo en la reducción de la ganancia térmica por radiación directa, tanto para cerramientos opacos como translucidos, dando como resultado un ahorro promedio de 20,15%.

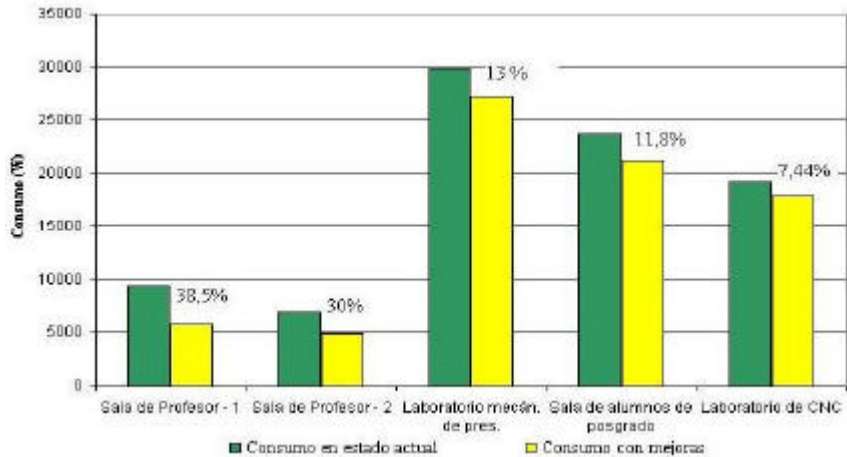


Figura 9 - Porcentaje de ahorro de energía en aire acondicionado, para los diferentes ambientes auditados

Se propone que los equipos de aire acondicionado con la propuesta de mejora, remplacen a los actuales. La elección de estos equipos esta dada en base a equipos existentes en el mercado local. Esta elección esta sustentada en que el edificio no esta preparado para la instalación de equipo de aire acondicionado centralizado, aunque ésta seria más adecuado para este tipo de edificios, pero su implementación tendría un costo muy elevado, considerándose no viable en este caso.

Tabla 8 - Demanda de equipos de aire acondicionado de los ambientes con mejoras propuestas.

Ambiente	Carga Térmica (W)	Carga Térmica (TR)	Carga Térmica (Btu/h)	Aparato de AC elegido (Spinger Carrier)	Consumo Total (Watts)
Sala de Profesor - 1	5779,2	1,6	19200	Modelo Innovare – DCA215D 21000	2270
Sala de Profesor – 2	4915,1	1,4	16800	Modelo Innovare – DCA185D 18000	2069
Laboratorio de Mecánica de Precisión	27171,38	7,8	93600	Modelo Mundial – YCD305D 2x30000 Modelo Innovare – DCA155D 2x18000	10078
Aula de Alumnos Postgrado	21171,5	6	72000	Modelo Mundial – YCD305D 1x30000 Modelo Innovare – DCA215D 2x21000	7510
Laboratorio CNC	17924,4	5	60000	Modelo Mundial – YCD305D 2x30000	5940

Para obtener las mejoras descritas para la modificación de las fachadas con los parasoles, haría falta una inversión inicial de U\$S 65226,94, por lo tanto el metro cuadrado seria de U\$S/m² 163,05 estos valores son considerando materiales y mano de obra de la localidad de Guaratinguetá. Según el balance térmico con las mejoras propuestas los equipos podrían pasar a tener las características de la Tabla 8.

Según los datos de la Agencia Nacional de Energía Eléctrica - ANEEL el costo del KWh en el 2007 para el sector de edificios públicos es de 0,057 U\$S/KWh. Según esto la inversión para cada ambiente auditado, el ahorro de energía producido y el retorno del dinero invertido seria de un promedio de 5,77 años. En la Tabla 7 se muestra los cálculos detallados por ambiente:

Tabla 7 - Tiempo de retorno para cada ambiente auditado.

Ambiente	Inversión (US\$ de % de parasol por ambiente)	Ahorro (US\$)	Retorno (años)
Sala de Profesor - 1	33,73	2,9	2,69
Sala de Profesor – 2	141,13	1,06	11
Laboratorio de Mecánica de Precisión	356,86	1,1	14
Sala de Alumnos Postgrado	356,86	2,12	41,5

5. CONCLUSIONES.

Se comprobó que el edificio cuenta con una ineficiente planteo arquitectónico / tecnológico, con respecto al sitio donde se encuentra implantado, necesitando la utilización de refrescamiento activo durante gran parte del año.

El uso de herramientas de diseño ambientalmente consciente – DAC, como el refrescamiento pasivo y diseño de parasoles, permitieron colaborar a reducir el consumo de energía en los artefactos de refrigeración, a su vez este ahorro, podría también beneficiar la reducción en el calentamiento y agujero de ozono en la atmósfera.

No solo la arquitectura sustentable es factible en edificios nuevos, también se puede lograr un gran potencial en edificios ya construidos a partir de innovación y desarrollo de mejoras en la tecnología de los sistemas constructivos. Creemos firmemente que se debe crear normativas de orden obligatorio que ayuden a mejorar en el área de la construcción la arquitectura sustentable para obtener un control en el consumo de energía, reduciendo la dilapidación de la misma.

6. REFERENCIAS.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto**, Rio de Janeiro, 1978.

Alves de Oliveira Lidiane (2003). **Conforto térmico em edificações**. Teses de mestrado. Universidade Estadual Paulista. Campus de Guaratinguetá. Faculdade de Engenharia. SP, Brasil.

Barros, A. F., Shiffer, S. R. (1988). **Manual de conforto térmico**. São Paulo: Nobel, 1988.

Carrocci. L. R; Alves de Oliveira, L. (2001). **Estudo do conforto térmico de edifício da FEG-UNESP, considerando grandes janelas de vidro nas fachadas e cobertura metálica: Um estudo de caso**. Setembro 2001 disponible en: [<http://www.feg.unesp.br/revistadigital>].

Coleta de dados ambientais para Guaratinguetá. [<http://www.inpe.br>] Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Cruz da Costa, E. (1999). **Física aplicada á construção. Conforto térmico**. Editora Edgard Blucher. Ltda. São Paulo, Brasil, 1999.

Dutra; Luciano y Lamberts Roberto. (Coordinadores) **Eficiência energética na arquitetura**. Versión CD. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

Hinrichs, R. A. (2004). **Energía e medio ambiente**. Capítulo: **O sector energético do Brasil**. Vichi, F M. y Freire de Mello, L. Merlín Kleinbach. Editora Thompson Learning Ltda., 2004.

Czajkowski, Jorge D. (1994). Radiac2, Cálculo radiación solar horaria para cualquier latitud a partir de valores medios Kt. La Plata [<http://www.arquinstal.com.ar/bioclim/radiac2.exe>]

Zuazua, Becker Fernando (2003). **La generación y distribución de energía eléctrica en Brasil**. Revista ICE – Información Comercial Española. Nº 810, octubre-noviembre 2003.