

AS-11

**AUDITORÍA ENERGÉTICA DE UNA EDIFICACIÓN UNIVERSITARIA
PATRIMONIAL. CASO DE ESTUDIO: FACULTAD DE ARQUITECTURA Y
URBANISMO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**

Geovanni Siem / María Eugenia Sosa Griffin
Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, FAU-UCV
geovanni.siem@gmail.com

1. Introducción

En este proyecto se realizó un estudio del comportamiento del consumo energético en la UCV, seleccionando en esta etapa el edificio de la FAU, por ser un emblema de la obra del Arq. Carlos Raúl Villanueva. Las condiciones iniciales para las que se diseñó la Facultad de Arquitectura y Urbanismo han variado sensiblemente y tal estudio permite conocer si los patrones de consumo actual, las tecnologías de las instalaciones y equipos, se adaptan a las exigencias ambientales y económicas del momento actual, y plantear correctivos en consecuencia.

Por otra parte siendo la Ciudad Universitaria Patrimonio Cultural de la Humanidad, además de institución de docencia e investigación, debería tener un rol más activo en el establecimiento de patrones de conducta a ser seguidos por otras instituciones. Así, se propuso realizar un estudio del perfil del consumo de energía eléctrica en el edificio de la FAU, en forma global y localizada, de manera que se pueda determinar los sumideros de energía con el fin de proponer planes de uso racional en la FAU y proponer un modelo de aplicación a otros edificios de la UCV.

Los resultados obtenidos ilustrarán a profesores, estudiantes y profesionales, acerca de la aplicación de los conceptos de racionalidad energética y sostenibilidad en una edificación considerada un ícono de la arquitectura nacional e internacional.

Las instituciones educativas representan una buena oportunidad para estudiar del consumo de energía en edificaciones debido a la variedad de actividades que allí se realizan, y además de la complejidad de las interacciones que se forman. El campo de estudio es el consumo interno de la FAU desde la acometida exterior de la electricidad. Este estudio pretende servir de ejemplo para ser aplicado a otras edificaciones de la UCV y de otras instituciones educativas.

2. Antecedentes

El consumo de energía en edificaciones puede representar hasta el 40% de la energía producida, en algunos países. En Venezuela este consumo está concentrado principalmente en aire acondicionado e iluminación. Además del peso económico que representa, el consumo de energía significa la liberación hacia la atmósfera de importantes cantidades de gases de combustión (CO₂, CO, SO₂, NO_x, HC), con efectos colaterales sobre la salud y el calentamiento global como consecuencia del efecto de invernadero de estos gases. Por otra parte la degradación del ambiente es responsable del aumento de enfermedades. Sabiendo que hay una tendencia fuerte al aumento del consumo de energía, este hecho convierte al tema en un motivo de preocupación de orden mundial para los años a venir. Los acuerdos del Protocolo de Kyoto de reducción de las emisiones de gases de invernadero en 8% entre 1990 y 2010 no se alcanzarán y por el contrario aumentarán en 6%. En la reciente conferencia de expertos celebrada en París en enero de 2007, hubo el consenso de que el calentamiento global tiene una decisiva influencia de la actividad humana, es decir que debe el hombre iniciar cambios en su conducta para minimizar el impacto en el ambiente. Por esa razón la reducción de consumo de energía es de importancia global y de planificación a largo término. En el caso de Venezuela es una necesidad urgente por el aumento continuo de la demanda eléctrica, por aumento de la población y de mayor demanda y los problemas de generación hidroeléctrica, que ha llevado a una mayor generación termoeléctrica

Dentro de la línea de investigación del Área de Habitabilidad de las Edificaciones del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC-FAU-UCV, el estudio del confort y de la eficiencia energética de las edificaciones ocupa un lugar muy importante dentro de sus objetivos. El desarrollo de la presente metodología de auditoría está vinculada y complementa los objetivos de estas actividades y proyectos que tienen relación con los propósitos de la racionalización del consumo energético en el diseño, construcción, uso y operatividad de las edificaciones en el país.

De acuerdo a organismos internacionales de política energética, la adopción de medidas de uso racional permite ahorrar hasta 30% de la factura anual, contribuyendo al mismo tiempo con la reducción de producción de gases de invernadero.

La universidad debe emprender iniciativas de vanguardia en la promoción del estudio y de la implantación de soluciones para enfrentar esta tarea. Acciones que incluyan proyectos de investigación, cursos de formación y actividades de difusión deben integrar la agenda energética de las universidades.

La UCV ha sido declarada Patrimonio de la Humanidad, y la Facultad de Arquitectura es un símbolo muy importante por ser el lugar de desempeño del Arq. Carlos Raúl Villanueva, creador de la Ciudad Universitaria. Parte del compromiso de este título de carácter mundial e histórico es preservar la calidad arquitectónica, artística y material de esta obra. El equipo de investigadores ha emprendido un conjunto de investigaciones dirigidas a conocer mejor las condiciones físicas y ambientales de las edificaciones de la UCV, con el fin de proponer mejoras y soluciones donde se amerite. Hemos decidido comenzar por la FAU por la razones antes expuestas pero en futuros trabajos serán incluidas otras dependencias de manera de dotar a la UCV de una base de datos y de una metodología de trabajo que pueda ser útil como herramienta para guiar la acción de otros equipos de trabajo que se comprometan a defender y preservar la calidad de los espacios habitables de la UCV.

La importancia de este proyecto reside también en la capacidad de sensibilizar a los futuros arquitectos sobre el tema ambiental para que sea incluido en sus líneas maestras de diseño.

3. Fundamentos

Una auditoria energética es una técnica corrientemente empleada para detectar y cuantificar pérdidas de energía, estimar el potencial de ahorro y conservación, y determinar las opciones tecnológicas y económicas adecuadas para recomendar las medidas a tomar. En consecuencia los objetivos de una auditoria energética son:

- Caracterizar los patrones de consumo energético e identificar las posibles opciones para disminuirlo.
- Suministrar información para la elaboración de guías o instrucciones de uso para garantizar el ahorro de energía.
- Producir planes de seguimiento a las medidas de ahorro energético y analizar los resultados con miras a optimizar el uso.

Una auditoría energética es un instrumento clave en las tareas de mantenimiento y gerencia de la energía, puesto que permite recabar información relacionada con:

- Uso eficiente de la energía en equipos y maquinarias.
- Disminución del costo del servicio eléctrico.
- Mayor información sobre equipos e instalaciones y su patrón de consumo de energía.
- Identificar situaciones de desperdicio de energía y corregirlas;
- Reducción del impacto ambiental por efecto del cambio climático.

4. Alcance

Se realizaron mediciones directas de intensidad de corriente en el tablero central, el cual distribuye la energía eléctrica a grandes sectores de la FAU, que abarcan en algunos casos usos diferentes, de las áreas académicas, administrativas y de servicios. Estos resultados permiten hacer una extrapolación sobre los niveles de consumo. No se presentan resultados individuales por piso, oficina o áreas específicas, los cuales se realizarán en una etapa posterior de este estudio. Las mediciones se realizaron en días laborables y no laborables, con el fin de incluir la amplia variedad de actividades que se desarrollan en la FAU.

5. Metodología

La investigación se desarrolló apoyada en metodologías de auditorías energéticas, encontradas en referencias bibliográficas, en la experiencia acumulada por los propios investigadores en anteriores trabajos y en el equipamiento técnico disponible. Dado que es una metodología en construcción, ha estado sometida a revisión en función de los resultados obtenidos de su aplicación en el caso específico del edificio de la FAU y de otros que se realicen en el futuro.

Esta metodología está estructurada en las siguientes fases, que se desarrollan a continuación en forma detallada:

- Fase 1: Inspección Planta Física
- Fase 2: Mediciones
- Fase 3: Diagnóstico general y por áreas
- Fase 4: Acciones

5.1. Fase 1: inspección planta física

Esta fase contempló una inspección técnica a planta física de las FAU, estudiando los siguientes aspectos

- Analizar los criterios de diseño arquitectónico de los espacios originales e intervenidos y de las instalaciones y equipos (sanitarios, mecánicos, eléctricos, etc.) para identificar su influencia en el consumo energético actual de la edificación.
- Identificar transformador, tableros principales y sub tablero y sus áreas de alimentación
- Estudiar los procesos de uso y mantenimiento de las instalaciones y equipos, para identificar y racionalizar los consumos energéticos de los ambientes durante la vida útil de la edificación.

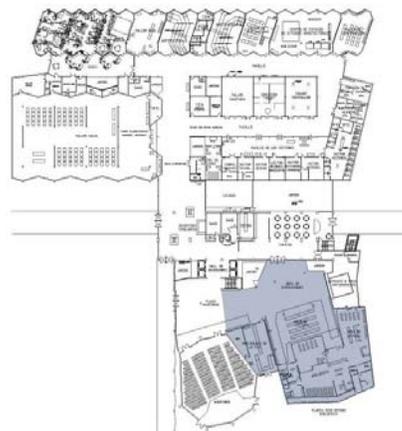
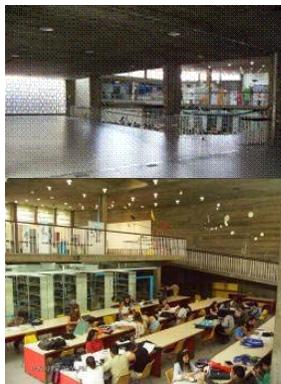


Fig. 1. Plano de PB del edificio

Análisis del diseño original e intervenciones en la planta física FAU

El edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo FAU se construyó en el año 1957, sobre un área de terreno de 5.600 m²., con un área de construcción de aproximadamente 50.000 m², repartidos en dos volúmenes solapados, uno bajo conformado por PB y el sótano y otro en altura que es la torre de 9 pisos, de los cuales 8 son plantas tipos. La planta baja PB con un área aproximada de 2400 m², se constituyo originalmente con los espacios públicos y semipúblicos como el auditorio, cafetín, talleres de diseño y un sótano con áreas de servicios y de apoyos complementarios.

La planta física de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo como todos los edificios de Universidad Central de Venezuela proyectada por el Arq. Carlos Raúl Villanueva, fue construida cumpliendo con todas las prácticas de oficios y normas tecnológicas de la época. El edificio se caracteriza por el uso de concreto armado, estructura aporticada de concreto, bloques y baldosas en piso paredes y fachadas. La Facultad fue diseñada aplicando magistralmente criterios básicos de arquitectura tropical, incorporando patios interiores, bloques calados, romanillas y pérgolas, para suministrar ventilación e iluminación natural a los espacios interiores. Esto ha permitido el funcionamiento de todos los ambientes con acondicionamiento pasivo exceptuando el auditorio y el sótano que originalmente utilizaban un sistema de extracción mecánica.

La torre del edificio posee una excelente orientación respecto al sol y al viento en su fachada principal norte-sur, lo cual ha asegurado en todos estos años, excelentes condiciones de temperatura, ventilación natural e iluminación natural en las aulas de clase ubicadas a lo largo de todas las plantas tipos con orientación norte. En esta fachada, los dispositivos de control y protección de la radiación solar directa (parasoles), fueron diseñados con la finalidad de lograr condiciones naturales adecuadas, cumpliendo de esta manera con el objetivo principal de lograr confort interno.

Con el paso de los años la planta física e instalaciones de la Facultad, ha ido sufriendo modificaciones paulatinas y en forma no planificada, para adaptarse a las nuevas funciones académicas, docentes administrativas de la FAU, por la evolución de la vida académica. Estas modificaciones de usos y de tabiquerías de los espacios han traído la incorporación de equipos de aires acondicionados y uso iluminación artificial, en especial; en las aéreas donde funcionan

los dos institutos de investigación de la FAU; IDEC en planta baja, IU en piso 4; la Coordinación de Postgrado en el piso 1 y el auditorio.

La población fija y flotante de la FAU, también ha ido en aumento presentando actualmente un mayor número de estudiantes (de pregrado y postgrado), profesores, investigadores y personal administrativo, técnico, obreros y de apoyo. Lo cual representa una mayor demanda de energía eléctrica y servicios, destacando la gran actividad diaria del cafetín, que presta servicio a la FAU y a profesores y estudiantes de otras facultades como la de ingeniería FI.

5.2.Fase 2: mediciones

A nivel general se realizó un estudio base del sistema eléctrico original e intervenido de la planta física del edificio de la FAU. Se seleccionaron las áreas en función de los tableros y del consumo estimado basado en la experiencia de los servicios de mantenimiento de la FAU. Se determinaron las fechas y horas de las mediciones en función de la actividad académica y administrativa. Se analizaron e interpretaron los resultados de valores particulares o excéntricos. Se repitieron las mediciones de casos dudosos y se investigaron las causas de los puntos críticos de consumo o de problemas del sistema eléctrico.

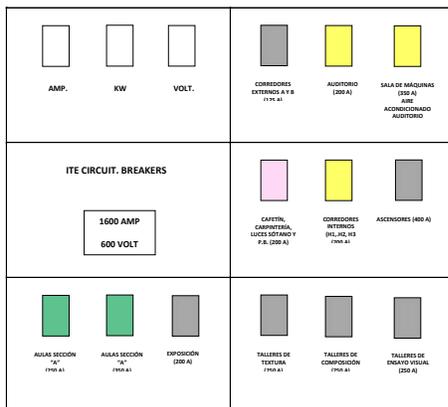


Fig. 2. Esquema del tablero central



Fig. 3. Tablero central de alimentación

Limitaciones

Los equipos de medición de corriente disponibles, por sus dimensiones no son aptos para hacer lecturas individuales por equipo o por fase de sub-tableros. Esto impidió tener unas lecturas detalladas, sin embargo los resultados obtenidos permiten conocer las características del patrón de consumo de energía del edificio de la FAU.

5.3. Fase 3: diagnóstico

Con base a los resultados de las mediciones, a continuación se realiza un análisis comparativo de la carga integrada de todos los espacios y servicios que conforman la Facultad de Arquitectura y Urbanismo FAU.

En las figuras 4 y 5 se comparan las cargas en amperios y en % de las diferentes áreas que conforman la FAU, en forma integral en horario diurno y nocturno: con actividad y sin actividad.

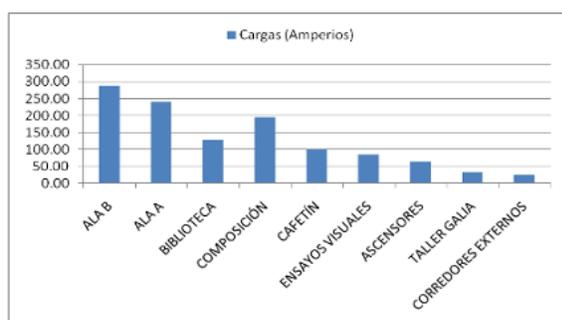


Fig. 4. Valores de carga promedio en el período

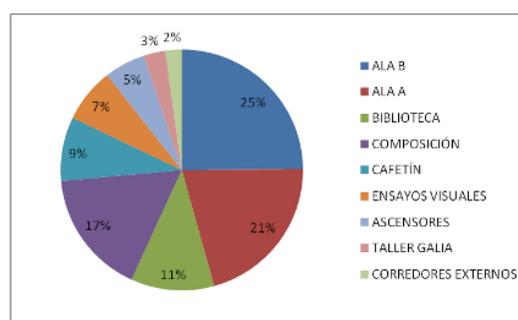


Fig. 5. % de cargas promedio en el período integrado

En estas condiciones, se detectan las mayores cargas en la torre de la Facultad, conformado por el ala B y el ala A, constituido principalmente por aulas de clases, áreas de investigación (pisos 4 y 9) y aéreas administrativas y/o de apoyo tales como; Dirección de Posgrado (pisos 1) Decanato, administración (piso 8) . La torre representa el 46% de la carga total, el ala B con el 25% y el Ala A representan 21%.

Las siguientes mayores cargas corresponde al área de investigación y docencia del área Composición 17% (IDEC. Taller EPA, Anfiteátricas, CEEA), continuando con la Biblioteca y Sala de Exposiciones con el 11%. Es importante destacar que estos datos corresponden a cargas totales, incluye las 24 horas del día, con actividad y sin actividad en la FAU.

Cargas en periodo de actividad

Examinando el registrado de los días estudiados, se puede observar que el comportamiento típico con un uso intenso de energía eléctrica es en el horario comprendido entre las 8:00 am y las 6:00 pm, de lunes a viernes, sobretodo en las áreas, investigación, de oficina o de apoyo a la docencia. Los espacios de aulas presentan horarios de clases entre las 7:00 am y las 8:00 pm,

con usos intermitentes. Destacando una mayor actividad y consumo eléctrico los días lunes, miércoles y viernes, en el horario de las clases diseño hasta las 8 pm.

Las horas de baja actividad o inactividad, se identificada entre las 7:00 pm y las 6:00 am de lunes a viernes, las 24 horas en los fines de semana, días feriados y durante las vacaciones colectivas.

En el área de los corredores externos se invierte el horario de actividad energética, de día hay poco consumo (estas cargas son mas que todo por los tomacorrientes), y de noche es alta por cuanto esta encendido el sistema de iluminación toda la noche.

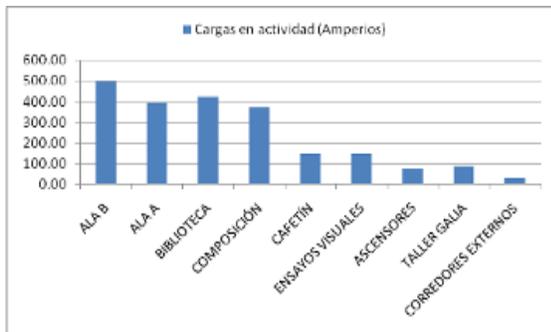


Fig. 6. Valores de carga promedio en el período

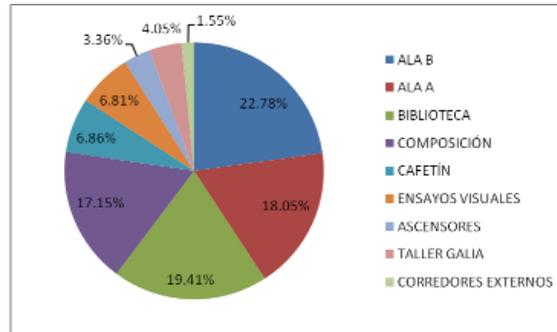


Fig. 7. Carga promedio en % en el período activo

Cuando se estudian las cargas promedio por periodo de máxima actividad respecto a los periodos de inactividad, se observa que la distribución porcentual por áreas de la FAU es diferente. La torre de la FAU representa en este caso aproximadamente el 41% de la carga (Ala B 22.7 % y Ala A 18 %). Los corredores externos pasan a tener el segundo mayor consumo con un alto porcentaje de 19.4%. El restante 40% de las cargas corresponden a las actividades de los espacios de la PB y del sótano, especialmente el cafetín, biblioteca, sala de exposición, carpintería y áreas de investigación, oficina, sectores de conocimientos o de apoyo a la docencia. Es importante destacar que este análisis no incluye el consumo por iluminación y aire acondicionado del auditorio, porque su uso es eventual y no coincidió con las fechas de las mediciones realizadas.

Cargas en periodo de inactividad

Las horas de baja actividad o inactividad, se identifican entre las 6:00 pm y las 6:00 am de lunes a viernes, y las 24 horas en los fines de semana, días feriados y durante las vacaciones colectivas.

En el área de los corredores externos se invierte el horario de actividad energética, es alta de noche entre las 7:00 pm y las 6:00 am por cuanto esta encendido el sistema de iluminación toda la noche., de día hay poca actividad, siendo estas cargas de consumo mas que todo por los tomacorrientes.

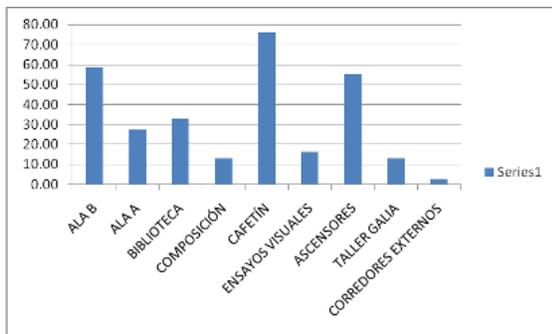


Fig. 8. Valores de carga promedio en el periodo

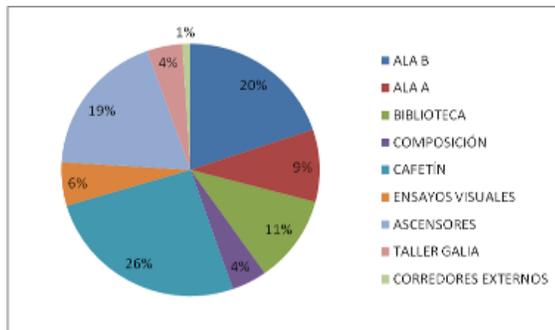


Fig. 9. Valores de carga promedio en el periodo inactivo

Cuando se estudia las cargas promedio por periodo de inactividad se observa, en las figuras 8 y 9, que la mayor carga es por los equipos del cafetín con un 26 %, a continuación la carga del Ala B de la torre que representa el 20%. Seguido muy de cerca por la carga del sistema de los ascensores que representa el 19%. El Ala A, representa solo un 9% de la carga. En la torre, hay que estudiar bien a fondo, el porque de la marcada diferencia de consumo en horas baja actividad o inactivas entre el Ala A y el Ala B. A primera vista, la única diferencia es la presencia en el Ala B del Aula Digital y cubículos de investigadores del Instituto de Urbanismo, con un gran numero de equipos de computación y unidades de aire acondicionado, que pueden estarse quedando encendidos en las horas nocturnas.

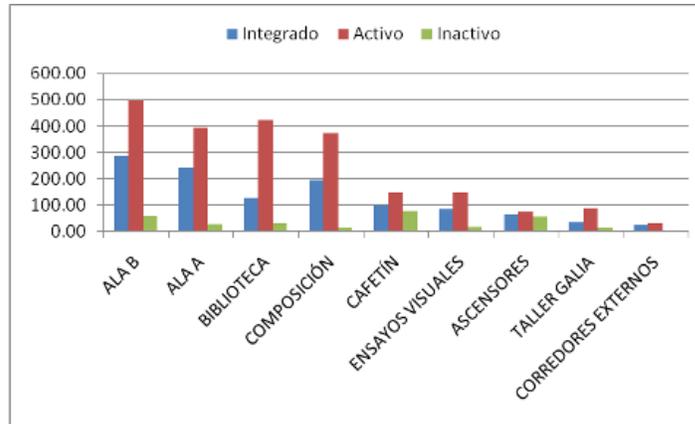


Fig. 10. Comparación de las cargas en periodos activo, inactivo e integrado

Indicadores de consumo energético

Estos indicadores permiten un análisis comparativo en edificaciones de similares condiciones. A continuación se presentan y analizan algunos en función de los resultados de las mediciones.

Cargas por m2 de superficie

Como indicador energético de evaluación comparativo en edificaciones se propone la relación entre la carga en amperios y al área de los espacios en m2. En las figuras 11, 12, 13 y 14 se comparan las cargas/m2 de los diferentes espacios que conforman la FAU, en forma integral en horario diurno y nocturno (con actividad y sin actividad).

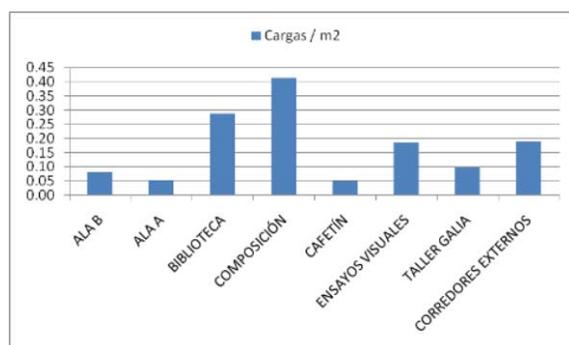


Fig. 11. Carga promedio/m2 en el periodo integrado

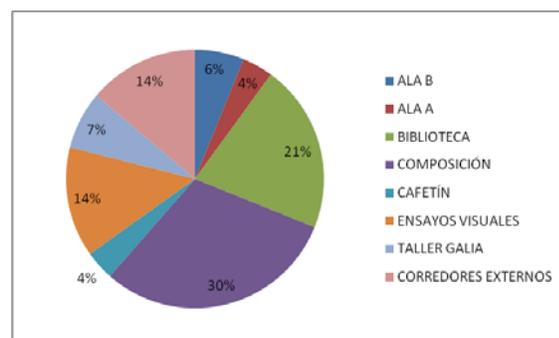


Fig. 12. Carga promedio/m2 en % en el periodo

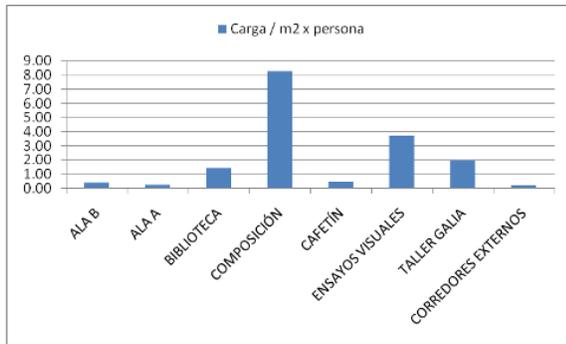


Fig. 13. Carga promedio/m2 x persona en el periodo

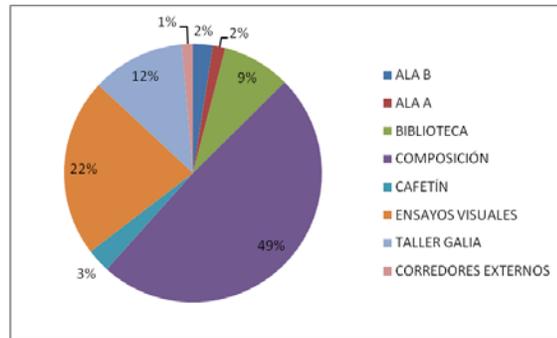


Fig. 14. Carga promedio/m2 x persona en % en el periodo integrado

En estas condiciones, se detectan las mayores cargas/m2 en Talleres de Composición (IDEC, Salas Anfiteátricas, CEEA), representando un 30 %. Es un sector de áreas muy amplias y grandes pasillo, con un uso muy intenso, pues allí se desarrollan actividades muy diversas que incluyen: docencia, investigación, administración, durante todo el día en horario intenso de actividad entre las 8:00 am a 5:00 pm, de lunes a viernes. Las intervenciones que se ha realizado a la arquitectura original de estos talleres, con tabicados, han originado la incorporación de sistemas de acondicionamiento mecánico y mayor necesidad de iluminación artificial. En algunos institutos como el IDEC, el gasto mayor de energía está vinculado a los 3 equipos de aire acondicionado con 28 Amp. por equipo en promedio. Esto muestra la importancia de tener en cuenta los equipamientos para racionalizar el uso de la energía eléctrica.

Consumo anual en kwh/m2/año

El consumo anual en Kwh/m2/año, es uno de los indicadores energéticos más utilizados como referencias en edificaciones. Se determinó en forma de estimación numérica a partir de la carga medida en forma integrada en horario diurno y nocturno (con actividad y sin actividad).

Tabla 1 Valores de referencia para el consumo de energía

TIPO	Kw-h/m2
Edificios construidos tecnología vieja	175
Edificios construidos tecnología vieja - renovados	110

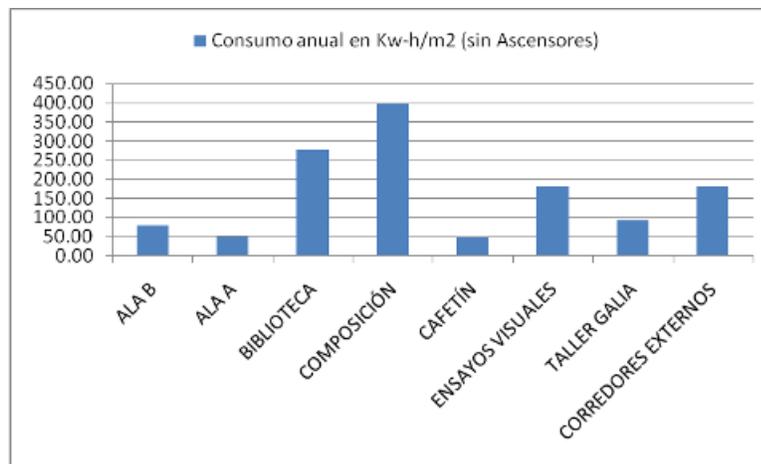


Fig. 15. Consumo anual estimado en kw-h/m2, excluyendo

En estas condiciones, se detectó un consumo muy elevado, en relación a la referencia en las siguientes áreas: Biblioteca y Sala de Conferencia, Talleres de Composición (IDEC, Taller EPA, Anfiteátricas, CEEA), corredores externos. Se observa un consumo en Kwh/m2/año, bajo en la Torre Ala A y Ala B, lo cual es lógico por la adecuada arquitectura tropical de la torre de la FAU, por lo cual la mayoría de los espacios docentes (aulas) funcionan con ventilación natural y con iluminación artificial. Los espacios intervenidos son los que presentan mayor consumo por el sistema de aire acondicionado y por el sistema de iluminación.

5.4. Fase 4: acciones

Contempla las actividades de Diseñar un plan de Racionalización Energética, en función al diagnóstico y adaptado a las condiciones de funcionamiento y espaciales de la Facultad de Arquitectura.

6. Propuesta de un Plan de Racionalización Energética

Un plan de recomendaciones de ahorro de energía en edificio en operación tiene como objetivo principal el uso adecuado de los elementos estructurales y arquitectónicos, así como del uso y mantenimiento de las instalaciones y equipos que constituyen la edificación, de forma tal de usar eficientemente la energía necesaria para su funcionamiento.

Las medidas de uso racional de la energía, abarca tres áreas muy importantes dentro de la organización: la envolvente de la edificación, los equipos e instalaciones relacionadas con la climatización, y las medidas de tipo organizacional.

Se propone un plan de eficiencia energética adaptado al edificio de la FAU-UCV, el mismo esta basado en las recomendaciones de la "Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctrica en Edificaciones Publicas" , basado en relación a:

- Uso racional de los espacios y de los equipos
- Mantenimiento adecuado de la edificación y del equipamiento
- Modificaciones de uso de los espacios

A fin de favorecer el establecimiento de un cronograma de acciones de fácil seguimiento, las recomendaciones de ahorro de energía están separadas según el costo o inversión estimados para ponerlas en práctica en tres niveles: Nivel 1, Nivel 2, Nivel 3.

Nivel 1: Implica acciones inmediatas vinculadas a cambios en los hábitos de los usuarios y/o reorganización de los recursos tal como horarios de encendido y apagado de los equipos y luminarias. No requiere inversión económica.

Nivel 2: Involucra costos o inversiones bajas o intermedias; está vinculado a acciones de remodelaciones sencillas, de mantenimiento de sistemas de aire acondicionado o reemplazo de equipos menores (bombillos y/o luminarias ahorradoras de energía) e instalación de controladores de encendido y apagado de equipos.

Nivel 3: Involucra costos o inversiones importantes; está vinculado a modificaciones relevantes en los componentes arquitectónicos e instalaciones, reemplazo de equipos por otros con mayor eficiencia, uso de nuevas tecnologías de control y monitoreo de las instalaciones.

7. Conclusiones

Con el paso de los años la planta física e instalaciones de la Facultad, ha ido sufriendo modificaciones paulatinas y en forma no planificada, para adaptarse a las nuevas funciones académicas, docentes administrativas de la FAU, por la evolución de la vida académica y de los avances tecnológicos.

El edificio de la FAU funciona hoy en día, interrelacionando espacios originales con espacios intervenidos, combinado usos docentes, con área de investigación, de oficinas administrativas y/o de apoyo. En PB y en algunas plantas tipos de la torre se han remodelado espacios incorporando sistemas de aire acondicionado sin estudios planificados, desmejorando la ventilación e iluminación natural de los espacios colindantes. Esto ha requerido, entre otras modificaciones espaciales y de servicios, el aumentar las instalaciones eléctricas de tomacorrientes y de iluminación artificial, conectándose en forma desordenada en los tableros del edificio.

En el presente estudio se realizaron mediciones en diferentes áreas que fueron determinadas previamente sobre la base de la experiencia de los investigadores y de los profesionales responsables del mantenimiento de equipos en la FAU. Debido a que los equipo de medición de intensidad de corriente sólo pueden ser utilizados en el tablero central ubicado en el sótano, pues en los sub-tableros colocados en los pasillos, no es posible a causa de las dimensiones de las pinzas amperimétricas y del escaso espacio que se puede disponer en los tableros. Esto obligó a realizar las mediciones en el tablero central, con el inconveniente de que las mediciones se hicieron en conjunto para varias áreas. Esto limitó la lectura individual de cada sector y por lo

tanto de cada sistema o equipo. En consecuencia los valores que se obtuvieron corresponden a áreas que abarcan varios salones o servicios que funcionan independientemente.

Como resultado de esta investigación se ha propuesto un Plan de Racionalidad Energética para la FAU, que deberá ser evaluado y adaptados a las políticas y planes de mantenimientos de la FAU, no obstante da lineamientos generales de organización, difusión y de Recursos Humanos y Económicos, destacando la necesidad de crear dentro de la FAU un Comité de Ahorro Energético ad-honorem conformado por miembros de los diversos grupos de intereses que hacen vida en la FAU. Profesores, trabajadores y estudiantes de las diferentes direcciones, sectores de conocimiento e institutos que conforman la facultad.

8. Recomendaciones

8.1. Dirigidas a la FAU

Nivel 1: Implica acciones inmediatas vinculadas a cambios en los hábitos de los usuarios y/o reorganización de los recursos tal como horarios de encendido y apagado de los equipos y luminarias. No requiere inversión económica.

- Identificación de los tableros en especial del tablero principal del sótano. Los tableros de los pasillos no tiene identificación de las áreas que cubre cada interruptor (breaker) lo cual es factor de riesgo en caso de emergencia; adicionalmente es necesario para diseñar los planes mantenimiento y ahorro energético.
- Diseñar un plan estratégico para el uso racional de la energía en la FAU: docencia, investigación, extensión y servicios.
- Hacer un estudio de carga de los equipos conectados a cada fase en los sub-tableros de cada área, para poder establecer un mejor equilibrio de uso de cada fase.
- Identificar adecuadamente los tableros y sub-tableros, con información actualizada sobre las áreas, instalaciones y equipos servidos.
- Establecer un horario de encendido programado y sectorizado, para la iluminación y el aire acondicionado.

- Realizar un estudio termográfico de los tableros para mitigar los riesgos por sobrecalentamiento.
- Debe establecerse un horario de uso de los equipos de aire acondicionado en el horario y la intensidad del uso. Es común encontrar los equipos encendidos desde tempranas horas de la mañana en cualquier época del año, cuando debería fijarse ciertas instrucciones sencillas y lógicas que tengan que ver con las condiciones climáticas imperantes en cada estación. Por otra parte el punto de funcionamiento de estos equipos debe estar orientado por los criterios de zonas de confort térmico utilizadas según experiencias nacionales e internacionales.
- Incorporar a toda la comunidad de la FAU a las acciones y programas de eficiencia energética, tanto en el comportamiento diario como en los programas de formación: videos, clases, conferencias, pasantías, etc.
- Darle relevancia a las iniciativas de sostenibilidad: reciclaje de papel, ahorro de energía y uso de transporte no contaminante.
- Realizar ciclos de charlas y actividades comprometidas con el tema de eficiencia energética. Proyectar películas tales como Home y The Inconveniente Truth.
- Realizar en una próxima etapa, mediciones particularizadas por piso, oficinas, ambientes más consumidores de energía, equipos más importantes (AA, iluminación, etc)
- Detectar oportunidades de ahorro en cada área: uso de energía, salud y confort, seguridad, higiene y ambiente,
- Realizar un inventario de equipos, espacios y mobiliario.
- Estímulo a los trabajos, investigación, pasantías, que pongan de relieve este problema.

Nivel 2: Involucra costos o inversiones bajas o intermedias; está vinculado a acciones de remodelaciones sencillas, de mantenimiento de sistemas de aire acondicionado o reemplazo de equipos menores (bombillos y/o luminarias ahorradoras de energía) e instalación de controladores de encendido y apagado de equipos.

- Definir planes inmediatos de uso racional de equipos, en particular de AA.
- Elaborar guías y manuales de uso de la energía y darle amplia difusión, a través de diferentes medios impresos y electrónicos.
- Promover proyectos académicos en pregrado y postgrado que tengan como centro de interés el uso racional de la energía, como una estrategia para sensibilizar a estudiantes y profesores, sobre la importancia de este tópico en la formación y en el ejercicio profesional, con criterio de sostenibilidad.
- Instalar detectores de presencia en lugares de poco uso, teniendo en cuenta la necesidad de garantizar la seguridad de personas y bienes.
- Identificación de otros factores de ineficiencia energética vinculados, tales como el agua. En algunos casos, el uso ineficiente del agua implica también el uso de equipos eléctricos, como en el caso de las bombas hidráulicas.
- Incorporar el tema del uso racional de la energía y sus efectos, en la formación integral de los estudiantes de Arquitectura.
- Adquirir los equipos adecuados para apoyar las actividades de auditoría y seguimiento del este plan.
- Revisar y ampliar el plan de mantenimiento de los tableros e instalaciones eléctricas. En el salón de postgrado no hay tomas de tierra, lo cual perturba la instalación de equipos que se usan muy frecuentemente.
- Identificar los tableros existentes en cada área, y los interruptores según los equipos, instalaciones o servicios que controlen.

Nivel 3: Involucra costos o inversiones importantes; está vinculado a modificaciones relevantes en los componentes arquitectónicos e instalaciones, reemplazo de equipos por otros con mayor eficiencia, uso de nuevas tecnologías de control y monitoreo de las instalaciones.

- Estudiar la conveniencia de instalar tecnología de iluminación LED. Esto podría realizarse de manera paulatina por sectores de manera que permita evaluar la percepción de los usuarios.
- Establecer convenios con otras dependencias de la UCV y de otras instituciones, para estudiar cambios tecnológicos en los sistemas de iluminación y aire acondicionado.
- Entrenar personal idóneo para llevar a cabo las tareas de seguimiento a las recomendaciones de este proyecto, mediante acuerdos con instituciones públicas y privadas.
- Realizar una caracterización del uso de la energía de los espacios de la FAU, en función de cantidad de usuarios, tiempo de ocupación, cantidad y potencia de los equipos, consumo energético (diario, semanal, mensual, anual).
- Incentivar el desarrollo de pasantías y trabajos de investigación, en cooperación con el Laboratorio de Habitabilidad y Energía del IDEC.

8.2 Dirigidas a la UCV

- Promover un plan global de uso racional de la energía en la Ciudad Universitaria, donde se integren todas las facultades y dependencias, con objetivos claros apuntando tanto al ahorro, como al cultivo de una conciencia de la importancia de la energía en la preservación de la calidad del ambiente.
- Extender este diagnóstico a la UCV

8.3 Dirigidas a COPRED

- Fomentar la conservación y protección de las instalaciones patrimoniales a través de campañas de difusión sobre los efectos de la energía sobre nuestra calidad de vida, empleando los medios radiales y televisivos, y organizando actividades que involucren a la población estudiantil, de empleados y profesores.
- Promover la realización de proyectos semejantes en otras dependencias de la UCV con el apoyo de COPRED

8 Agradecimientos

Los autores desean expresar su reconocimiento al CDCH por su valioso apoyo financiero para el desarrollo de este proyecto, aprobado bajo el N° PG 02-32-5309-2003. También desean agradecer al personal directivo de la FAU-UCV, por su colaboración logística y técnica para el buen desempeño de las actividades vinculadas con este trabajo.

9 Bibliografía

- Desarrollo de metodología para auditoría energética de edificaciones universitarias. Estudio de caso: edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV. Informe Final; Proyecto financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la UCV, bajo el N° PG 02-32-5309-200, Caracas, marzo 2008.
- Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctrica en Edificaciones Publicas, Ministerio de Energía y Minas, Caracas 2002.
- Informe de la investigación titulada: Condiciones de Habitabilidad de un edificio Patrimonial. Caso Edificio de la Facultad de Arquitectura y urbanismo FAU-UCV financiado por el CDCH PG. 02-32-5310-2003, Caracas, Abril 2006.
- Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes. IDEC /FAU - U C V / EDC / F O N A C I T, Caracas 2004.
- Asociación para la Investigación y Diagnosis de la Energía (AEDIE); Manual de Auditorías Energéticas; Madrid, abril de 2003.
- Plympton, P., Brown, J., and Stevens, K.; High-Performance Schools: Affordable Green Design for K-12 Schools; Preprint; August 2004 • NREL/CP-710-34967; To be presented

at the 2004 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings; Pacific Grove, California; August 22–27, 2004

- School Energy Audit: Wetlands Environmental Education Centre, Compiled from resources developed by Observatory Hill EEC.
- Washington State University Energy Program, Energy Audit Workbook, 2003.
- University of Colorado, Energy Audit Checklist, 2006-2007.
- Research Projects in Renewable Energy for High School Students; National Renewable Energy Laboratory Education Programs.
- Assaf, Leonardo; Procedimientos de Auditorías para la Evaluación de Instalaciones de Iluminación de Edificios no Residenciales, Buenos Aires, 2004.
- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), Proceso de Identificación de Oportunidades de Ahorro de Energía; México, Julio 2007.
- University Environmental Audit. Ed. Alan Elzerman. Clemson, SC: 1992. 5-10.
- Smith, Douglas. "College campus invests in new equipment and conservation measures to cut energy costs." Power Engineering April 2002: General Reference Center. Infotrac. ClemsoUniversity Library. 16 Apr. 2004. <<http://sys.lib.clemson.edu:2058/itw/infomark>>.